

**WO 02/072572 A1**



F-91460 MARCOUSSIS (FR). **TABART, Michel**; 3 rue Paul Langevin, F-91290 LA NORVILLE (FR). **EVERS, Michel**; 8 rue Robert Schumann, F-94510 LA QUEUE EN BRIE (FR). **VIVIANI, Fabrice**; 46 rue Jules Fossier, F-95380 LOUVRES (FR). **EL-AHMAD, Youssef**; 11 avenue de Verdun, F-94000 CRETEIL (FR). **MUTTI, Stéphane**; 122 avenue du Maréchal Joffre, F-94170 LE PERREUX SUR MARNE (FR). **DAUBIÉ, Christophe**; 2 Square Adanson, F-75005 PARIS (FR).

(74) **Mandataire :** **LOBJOIS, Françoise**; AVENTIS PHARMA S.A., Direction Brevets, 20 avenue Raymond Aron, F-92165 ANTONY CEDEX (FR).

(81) **États désignés (national) :** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,

SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés (régional) :** brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

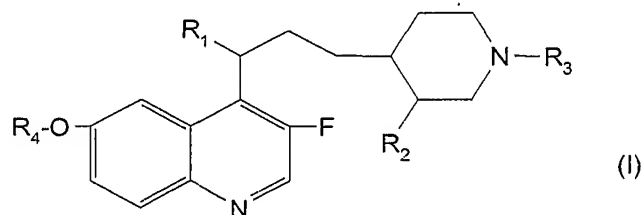
**Publiée :**

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

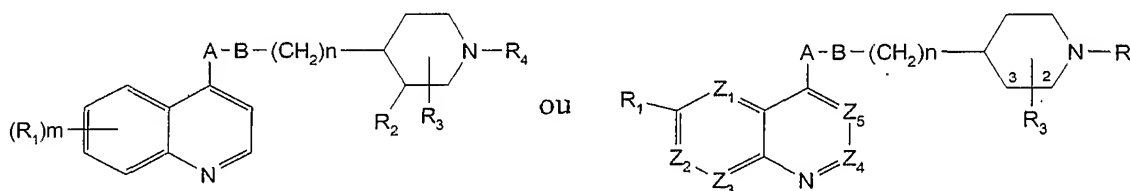
DERIVES DE LA QUINOLYL PROPYL PIPERIDINE, LEUR PREPARATION ET  
LES COMPOSITIONS QUI LES CONTIENNENT

La présente invention concerne des dérivés de quinolyl propyl pipéridine de formule générale :



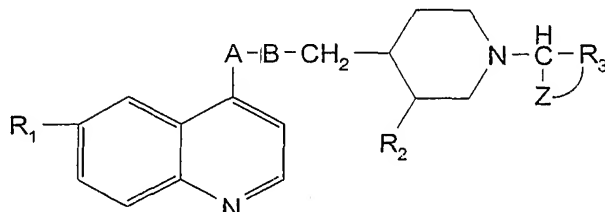
qui sont actifs comme antimicrobiens. L'invention concerne également leur préparation et les compositions les contenant.

Dans les demandes de brevet WO 99/37635 et WO 00/43383 ont été décrits des dérivés de quinolyl propyl pipéridine antimicrobiens, de formule générale :



- 10 dans laquelle le radical  $R_1$  est notamment alcoxy (C1-6),  $R_2$  est hydrogène,  $R_3$  est en position -2 ou -3 et représente alcoyle (C1-6) pouvant être éventuellement substitué par 1 à 3 substituants choisis parmi thiol, halogène, alcoylthio, trifluorométhyl, carboxy, alcoyloxycarbonyle, alcoylcarbonyle, alcényloxycarbonyle, alcénylcarbonyle, hydroxy éventuellement substitué par alcoyle ...,  $R_4$  est un groupe -
- 15  $\text{CH}_2\text{-R}_5$  pour lequel  $R_5$  est sélectionné parmi alcoyle hydroxyalcoyle, alcényle, alcynyle, tétrahydrofuryle, phénylcoyle éventuellement substitué, phénylalcényle éventuellement substitué, hétéroarylcoyle éventuellement substitué, hétéroaroyle éventuellement substitué ...,  $n$  est 0 à 2,  $m$  est 1 ou 2 et A et B sont notamment oxygène, soufre, sulfinyle, sulfonyl,  $\text{NR}_{11}$ ,  $\text{CR}_6\text{R}_7$  pour lequel  $R_6$  et  $R_7$  représentent
- 20 H, thiol, alcoylthio, halo, trifluorométhyle, alcényle, alcénylcarbonyle, hydroxy, amino, et  $Z_1$  à  $Z_5$  sont N ou  $\text{CR}_{1a}$  ...

Dans la demande de brevet européen EP30044 ont été décrits des dérivés de quinoléine utiles comme cardiovasculaires, répondant à la formule générale :



dans laquelle  $R_1$  est notamment alcoyloxy, A-B est  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ,  $-\text{CHOH}-\text{CH}_2-$ ,  
 5  $-\text{CH}_2-\text{CHOH}-$ ,  $-\text{CH}_2-\text{CO}-$  ou  $-\text{CO}-\text{CH}_2-$ ,  $R_1$  est H, OH ou alcoyloxy,  $R_2$  est éthyle ou  
 vinyle,  $R_3$  est notamment alcoyle, hydroxyalcoyle, cycloalcoyle, hydroxy, alcényle,  
 alcynyle, tétrahydrofuryle, phénylcoyle, diphenylcoyle éventuellement substitué,  
 phénylalcényle éventuellement substitué, benzoyl ou benzoylcoyle éventuellement  
 substitué, hétéroaryle ou hétéroarylcoyle éventuellement substitué et Z est H ou  
 10 alcoyle ou forme avec  $R_3$  un radical cycloalcoyle.

Il a maintenant été trouvé, et c'est ce qui fait l'objet de la présente invention, que les  
 produits de formule générale (I) pour lesquels :

$R_1$  est un atome d'hydrogène ou d'halogène ou un radical hydroxy, amino,  
 alcoylamino, dialcoylamino, hydroxyamino, alcoyloxyamino ou alcoyl alcoyloxy  
 15 amino,

$R_2$  représente un radical carboxy, carboxyméthyle ou hydroxyméthyle,

$R_3$  représente un radical alcoyle (1 à 6 atomes de carbone) substitué par un radical  
 phénylthio pouvant lui même porter 1 à 4 substituants [choisis parmi halogène,  
 hydroxy, alcoyle, alcoyloxy, trifluorométhyle, trifluorométhoxy, carboxy,  
 20 alcoyloxy-carbonyl, cyano ou amino], par un radical cycloalcoylthio dont la partie  
 cyclique contient 3 à 7 chaînons, ou par un radical hétérocyclylthio aromatique de 5 à  
 6 chaînons comprenant 1 à 4 hétéroatomes choisis parmi l'azote, l'oxygène ou le  
 soufre et éventuellement lui même substitué [par halogène, hydroxy, alcoyle,  
 alcoyloxy, trifluorométhyle, trifluorométhoxy, oxo, carboxy, alcoyloxy-carbonyl,  
 25 cyano ou amino] ou  $R_3$  représente un radical propargyle substitué par un radical  
 phényle pouvant lui même porter 1 à 4 substituants [choisis parmi halogène, hydroxy,  
 alcoyle, alcoyloxy, trifluorométhyle, trifluorométhoxy, carboxy, alcoyloxy-carbonyl,  
 cyano ou amino], ou substitué par un radical cycloalcoyle contenant 3 à 7 chaînons ou

substitué par un radical hétérocyclyle aromatique de 5 à 6 chaînons comprenant 1 à 4 hétéroatomes choisis parmi l'azote, l'oxygène ou le soufre et éventuellement lui-même substitué [par halogène, hydroxy, alcoyle, alcoyloxy, trifluorométhyle, trifluorométhoxy, oxo, carboxy, alcoyloxycarbonyl, cyano ou amino], et

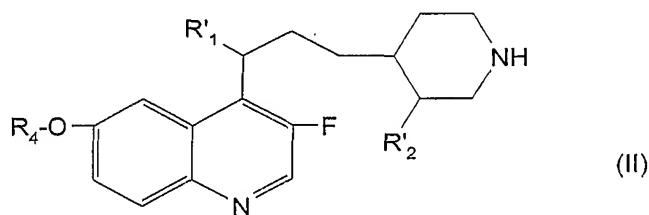
- 5  $R_4$  représenté un radical alcoyle (contenant 1 à 6 atomes de carbone), alcényl- $\text{CH}_2$ - ou alcynyl- $\text{CH}_2$ - (dont les parties alcényle ou alcynyle contiennent 2 à 6 atomes de carbone), cycloalcoyle ou cycloalcoyl alcoyle (dont la partie cycloalcoyle contient 3 à 8 atomes de carbone)

- 10 sous leurs formes diastéréoisomères ou leurs mélanges et/ou sous leurs formes cis ou trans, ainsi que leurs sels, sont de puissants agents antibactériens.

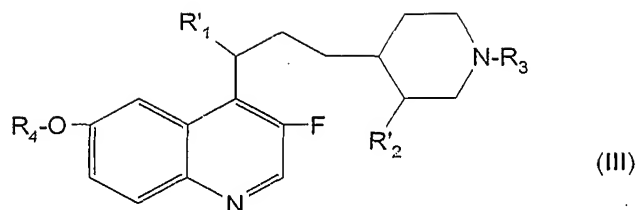
Il est entendu que les radicaux et portions alcoyle sont en chaîne droite ou ramifiée et contiennent (sauf mention spéciale) 1 à 4 atomes de carbone, et que dans l'alternative où  $R_1$  représente un atome d'halogène ou lorsque  $R_3$  porte un substituant halogène, celui-ci peut être choisi parmi fluor, chlore, brome ou iode. De préférence le fluor.

- 15 Dans la formule générale ci-dessus, lorsque  $R_3$  porte un substituant hétérocyclyle aromatique, ce dernier peut être choisi (à titre non limitatif) parmi thiényl, furyl, pyrrolyl, imidazolyle, thiazolyle, oxazolyle, thiadiazolyle, oxadiazolyle, tétrazolyle, pyridyle, pyridazinyle, pyrazinyle, pyrimidinyle.

- 20 Selon l'invention, les produits de formule générale (I) peuvent être obtenus par condensation de la chaîne  $R_3$  sur le dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale :



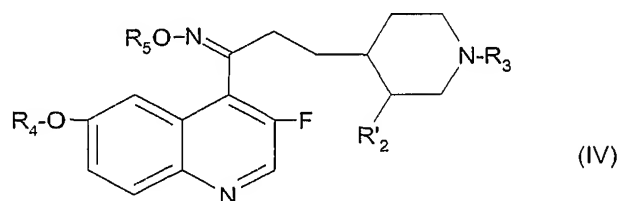
- 25 dans laquelle  $R_4$  est défini comme précédemment,  $R'_1$  représente un atome d'hydrogène ou un radical hydroxy et  $R'_2$  représente un radical carboxy ou carboxyméthyle protégé, pour obtenir un dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale :



pour lequel  $R'_1$ ,  $R'_2$  et  $R_4$  sont définis comme ci-dessus et  $R_3$  est défini comme précédemment,

puis, le cas échéant, halogénéation du dérivé pour lequel  $R'_1$  est un radical hydroxy, si  
 5 l'on veut obtenir un dérivé de quinolyl propyl pipéridine pour lequel  $R_1$  est un atome d'halogène,

ou bien, transformation du radical hydroxy représenté par  $R'_1$  en un radical oxo, puis en un radical hydroxyimino ou alcoyloxyimino, selon les méthodes connues qui n'altèrent pas le reste de la molécule, pour obtenir un dérivé de quinolyl propyl  
 10 pipéridine de formule générale :



pour lequel  $R'_2$ ,  $R_3$  et  $R_4$  sont définis comme précédemment, et  $R_5$  est un atome d'hydrogène ou un radical alcoyle, et de la réduction du dérivé de formule générale (IV) pour lequel  $R_5$  est un atome d'hydrogène en amine, et éventuellement de la  
 15 transformation en une amine monoalcoylée ou dialcoylée, ou éventuellement de la réduction du dérivé de formule générale (IV) pour lequel  $R_5$  est un atome d'hydrogène en hydroxylamine, ou du dérivé de formule générale (IV) pour lequel  $R_5$  est un radical alcoyle en alcoyloxyamine, puis, le cas échéant, pour obtenir le dérivé pour lequel  $R_1$  est alcoyl alcoyloxy amino, transforme le dérivé obtenu pour lequel  $R_1$  est  
 20 alcoyloxyamino par alcoylation,

et/ou le cas échéant réduction du radical carboxy protégé  $R'_2$  en un radical hydroxyméthyle selon les méthodes connues qui n'altèrent pas le reste de la molécule,

puis éventuellement séparation des diastéréoisomères, séparation des formes cis et trans, élimination le cas échéant du radical protecteur d'acide, et/ou transformation du produit obtenu en un sel.

La condensation de la chaîne  $R_3$  sur la pipéridine s'effectue avantageusement par action d'un dérivé de formule générale :



dans laquelle  $R_3$  est défini comme précédemment et X représente un atome d'halogène, un radical méthylsulfonyloxy, un radical trifluorométhylsulfonyloxy ou p.toluènesulfonyloxy, en opérant en milieu anhydre, de préférence inerte (azote ou argon par exemple) dans un solvant organique tel qu'un amide (diméthylformamide par exemple), une cétone (acétone par exemple) ou un nitrile (acétonitrile par exemple) en présence d'une base telle qu'une base organique azotée (par exemple triéthylamine) ou une base minérale (carbonate alcalin : carbonate de potassium par exemple) à une température comprise entre 20°C et la température de reflux du solvant.

De préférence, on fait agir un dérivé pour lequel X est un atome de brome ou d'iode.

Lorsque  $R_3$  représente propargyle substitué par phényle, cycloalcoyle ou hétérocyclyle, il peut être aussi préférable de condenser un halogénure de propargyle, puis de substituer la chaîne par un radical phényle, cycloalcoyle ou hétérocyclyle. Dans cette alternative, l'addition de la chaîne propargylique s'effectue au moyen de bromure de propargyle, dans les conditions énoncées ci-dessus pour  $R_3$  en présence ou non d'un iodure de métal alcalin comme par exemple l'iodure de potassium ou de sodium.

Lorsqu'il s'agit de la substitution par un radical phényle ou hétérocyclyle, la réaction s'effectue par action d'un halogénure dérivé du radical cyclique à substituer, en présence de triéthylamine, en milieu anhydre, éventuellement sans solvant ou dans un solvant tel qu'un amide (diméthylformamide par exemple) ou un nitrile (acétonitrile par exemple) et en présence d'un sel de palladium comme par exemple le tétrakis triphénylphosphine palladium et d'iodure cuivreux, à une température comprise entre 20°C et la température de reflux du solvant.

Lorsqu'il s'agit de la substitution par un groupement cycloalkyle, la réaction s'effectue par action d'un organolithien comme le n-butyllithium ou le tert-butyllithium sur le dérivé propargylique obtenu précédemment, en milieu anhydre

dans un éther comme par exemple le tétrahydrofurane à une température comprise entre -78 et 0°C, puis action d'une cycloalcanone suivi de la désoxygénation de l'alcool intermédiaire selon les méthodes classiques.

Il est entendu que, lorsque les radicaux alcoyle représentés par  $R_3$  portent des substituants carboxy ou amino, ces derniers sont préalablement protégés, puis libérés après la réaction. On opère selon les méthodes habituelles qui n'altèrent pas le reste de la molécule, notamment selon les méthodes décrites par T.W. Greene et P.G.M. Wuts, *Protective Groups in Organic Synthesis* (2<sup>ème</sup> éd.), A. Wiley - Interscience Publication (1991), ou par Mc Omie, *Protective Groups in Organic Chemistry*, Plenum Press (1973).

Le radical carboxy ou carboxyméthyle protégé représenté par  $R'_2$  peut être choisi parmi les esters facilement hydrolysables. A titre d'exemple peuvent être cités les esters méthylique, benzylique, tertibutylique, ou bien les esters d'allyle ou de phénylpropyle. Eventuellement la protection du radical carboxy s'effectue simultanément à la réaction. Dans ce cas le produit de formule générale (II) mis en oeuvre porte un radical  $R'_2$  = carboxy ou carboxyméthyle.

L'halogénéation destinée à obtenir un dérivé de quinolyl propyl pidéridine pour lequel  $R_1$  est un atome d'halogène, à partir du dérivé pour lequel  $R'_1$  est hydroxy, peut être mise en oeuvre en présence d'un trifluorure d'aminosoufre (trifluorure de diéthylamino soufre, trifluorure de bis(2-méthoxyéthyl)amino soufre (Deoxofluor<sup>®</sup>), trifluorure de morpholino soufre par exemple) ou alternativement en présence de tétrafluorure de soufre. La réaction de fluoration peut être également mise en oeuvre par action d'un agent de fluoration comme un fluorure de soufre [par exemple trifluorure de morpholino soufre, tétrafluorure de soufre (*J. Org. Chem.*, **40**, 3808 (1975)), trifluorure de diéthylamino soufre (*Tetrahedron*, **44**, 2875 (1988)), trifluorure de bis(2-méthoxyéthyl)amino soufre (Deoxofluor<sup>®</sup>)]. Alternativement la réaction de fluoration peut aussi s'effectuer au moyen d'un agent de fluoration comme l'hexafluoropropyl diéthylamine (JP 2 039 546) ou la N-(chloro-2 trifluoro-1,1,2 éthyl) diéthylamine. La réaction d'halogénéation peut également s'effectuer au moyen d'un réactif comme un halogénure de tétra alkylammonium, de tri alkyl benzylammonium ou de tri alkyl phénylammonium ou au moyen d'un halogénure de métal alcalin additionné éventuellement d'un éther couronne.

Lorsque l'on met en oeuvre un halogénure de tétra alkylammonium, ce dernier peut être choisi, à titre d'exemple, parmi les halogénures de tétra méthylammonium, de



tétra éthylammonium, de tétra propylammonium, de tétra butylammonium (tétra n-butylammonium par exemple), de tétra pentylammonium, de tétra cyclohexylammonium, de tri éthyl méthylammonium de tri butyl méthylammonium, ou de tri méthyl propylammonium.

- 5 On opère dans un solvant organique tel qu'un solvant chloré (par exemple dichlorométhane, dichloréthane, chloroforme) ou dans un éther (tétrahydrofurane, dioxanne par exemple) à une température comprise entre -78 et 40°C (de préférence entre 0 et 30°C). Il est avantageux d'opérer en milieu inerte (argon ou azote notamment).
- 10 Il est également possible d'opérer par traitement par un agent d'halogénéation comme le chlorure de thionyle ou trichlorure de phosphore dans un solvant organique tel qu'un solvant chloré (dichlorométhane, chloroforme par exemple), à une température comprise entre 0°C et la température de reflux du mélange réactionnel.

15 La transformation du radical hydroxy en un radical oxo, s'effectue par les méthodes d'oxydation classiques, décrites dans la littérature, par exemple par oxydation de D. Swern, J.O.C., 44, 41-48 (1979) notamment en présence de chlorure d'oxalyle et de diméthylsulfoxyde, éventuellement dans un solvant comme le dichlorométhane, ou sans solvant, à une température comprise entre -60 et 20°C, puis transformation du radical oxo en un radical hydroxyimino ou alcoyloxyimino.

- 20 La transformation du radical oxo en un radical hydroxyimino ou alcoyloxyimino s'effectue par action d'hydroxylamine (chlorhydrate d'hydroxylamine par exemple) ou d'alcoyloxyamine, éventuellement sous forme de chlorhydrate, dans un solvant tel que la pyridine ou un alcool (tel que le méthanol ou l'éthanol par exemple) et en présence d'une base azotée telle que la triéthylamine ou la pyridine à une température comprise
- 25 entre 0 et 60°C.

La réduction du dérivé de formule générale (IV), pour lequel R<sub>5</sub> est hydrogène, en amine s'effectue selon les méthodes habituelles qui n'altèrent pas le reste de la molécule, notamment par action d'un agent réducteur comme par exemple un hydruure (borohydruure alcalin : borohydruure de sodium ou de potassium par exemple ou

30 hydruure d'aluminium et de lithium) en présence ou non d'oxyde de molybdène, en opérant de préférence sous atmosphère inerte (azote ou argon par exemple), dans un solvant organique comme un alcool (méthanol, éthanol, isopropanol par exemple) ou un solvant chloré (par exemple dichlorométhane) à une température comprise entre -10 et 40°C.

La réduction du dérivé de formule générale (IV) en hydroxylamine ou en alcoyloxyamine s'effectue notamment en présence d'un acide organique (acide carboxylique comme par exemple l'acide acétique), par action d'un agent réducteur comme par exemple un hydruire choisi parmi le triacétoxy-borohydruire de sodium  
5 (éventuellement préparé in situ) ou le cyanoborohydruire de sodium, de préférence sous atmosphère inerte (azote ou argon par exemple), dans un solvant organique comme un alcool (méthanol, éthanol, isopropanol par exemple) ou un solvant chloré (par exemple dichlorométhane) à une température comprise entre -30 et +40°C.

La transformation du radical amino représenté par  $R_1$  en un radical alcoylamino ou  
10 dialcoylamino s'effectue selon les méthodes habituelles, notamment par action d'un halogénure d'alcoyle, éventuellement en milieu basique en présence d'une base azotée comme une trialcoylamine (triéthylamine, diisopropyl éthyl amine ...), la pyridine, ou en présence d'un hydruire de métal alcalin (hydruire de sodium), dans un solvant inerte comme un amide (diméthylformamide par exemple) ou un oxyde (diméthylsulfoxyde  
15 par exemple), à une température comprise entre 20°C et la température de reflux du mélange réactionnel.

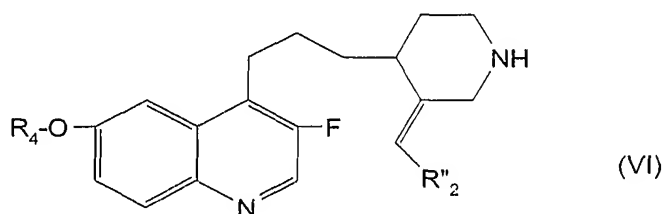
La transformation du radical alcoyloxyamino représenté par  $R_1$  en un radical alcoyl alcoyloxy amino s'effectue selon la méthode décrite ci-dessus pour l'alcoylation de l'amine.

20 L'élimination, le cas échéant, du radical protecteur d'acide pour obtenir un dérivé de quinolyl propyl pipéridine pour lequel  $R_2$  est un radical carboxy ou carboxyméthyle, s'effectue selon les méthodes habituelles, notamment par hydrolyse acide ou saponification de l'ester  $R'_2$ . Notamment on fait agir la soude en milieu hydroorganique, par exemple dans un alcool comme le méthanol ou un éther comme  
25 le dioxanne, à une température comprise entre 20°C et la température de reflux du mélange réactionnel. On peut également mettre en oeuvre l'hydrolyse en milieu chlorhydrique aqueux à une température comprise entre 20 et 100°C.

Le cas échéant, le dérivé de formule générale (I) pour lequel  $R_2$  est hydroxyméthyle peut être préparé à partir du dérivé pour lequel  $R'_2$  est carboxy protégé. Notamment,  
30 on opère par réduction du produit protégé sous forme d'un ester  $R'_2$ , selon les méthodes habituelles qui n'altèrent pas le reste de la molécule, en particulier par action d'un hydruire (hydruire d'aluminium et de lithium ou hydruire de diisobutyl

aluminium par exemple) dans un solvant tel qu'un éther (tétrahydrofurane par exemple) à une température comprise entre 20 et 60°C.

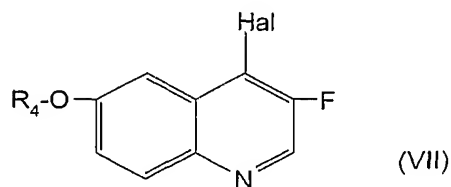
Le dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale (II) pour lequel R'<sub>2</sub> représente un radical carboxyméthyle protégé, et R'<sub>1</sub> est un atome d'hydrogène, peut être préparé par hydrogénation sélective du dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale :



dans laquelle R<sub>4</sub> est défini comme précédemment et R''<sub>2</sub> est le radical carboxy protégé correspondant à R'<sub>2</sub>, et dont la fonction amine de la pipéridine est préalablement protégée, sous une pression de 1 à 100 bars et à une température comprise entre 20 et 80°C, dans un solvant comme notamment un alcool (éthanol par exemple) ou un amide (diméthylformamide par exemple) en présence d'un catalyseur, par exemple le palladium sur charbon ou le palladium sur sulfate de baryum.

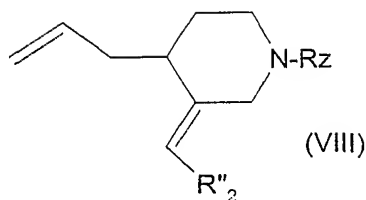
La protection de l'amine de la pipéridine s'effectue selon les méthodes habituelles qui n'altèrent pas le reste de la molécule et compatibles avec la réaction ; notamment selon les références citées ci-avant. Le radical protecteur est plus particulièrement le radical benzyloxycarbonyl. Dans ce cas la réaction d'hydrogénation conduit directement à la déprotection de l'amine.

Le dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale (VI) peut être préparé par condensation d'un dérivé de quinoléine de formule générale :



dans laquelle R<sub>4</sub> est défini comme précédemment et Hal représente un atome d'iode ou de brome, sur un dérivé de la pipéridine de formule générale :

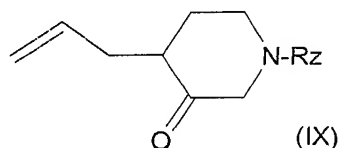
10



dans laquelle  $R''_2$  est défini comme ci-dessus et  $R_z$  représente un radical protecteur d'amino.

La réaction s'effectue par action successive d'un organoborane (9-borabicyclo[3,3,1]nonane par exemple) dans un solvant tel qu'un éther (tétrahydrofuranne, dioxanne par exemple) à une température comprise entre -20 et 20°C, puis de l'addition du dérivé de quinoléine de formule générale (VII), par analogie avec les méthodes décrites par Suzuki et al., Pure and Appl. Chem., 57, 1749 (1985). La réaction s'effectue généralement en présence d'un sel de palladium (chlorure de palladium diphénylphosphinoferrocène par exemple) et d'une base comme le phosphate de potassium à une température comprise entre 20°C et la température de reflux du solvant.

Le dérivé de la pipéridine de formule générale (VIII) peut être préparé par réaction de Wittig, par condensation d'un ylure de phosphore sur un dérivé de pipéridine de formule générale :



dans laquelle  $R_z$  est défini comme ci-dessus.

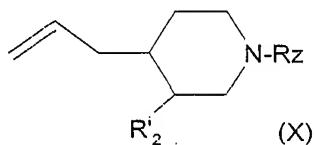
On opère avantageusement au moyen de (triphenylphosphoranylidène) acétate de méthyle, dans un solvant comme par exemple le toluène, à une température comprise entre 20 et 110°C.

Le dérivé d'oxo-3 pipéridine de formule générale (IX) peut être préparé selon ou par analogie avec la méthode décrite par Y. Takeuchi et coll., Synthesis, 10, 1814 (1999).

Le dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale (II), pour lequel  $R'_2$  est un radical carboxy et  $R'_1$  est un atome d'hydrogène peut être préparé à partir du dérivé correspondant pour lequel  $R'_2$  est carboxyméthyle protégé, par réduction de ce radical

en alcool, transformation en un dérivé p.toluènesulfonyloxy, puis transformation de ce dérivé en dérivé vinylique par réaction d'élimination suivie de l'oxydation du dérivé obtenu.

- 5 Selon une autre alternative le dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale (II), pour lequel  $R'_2$  est un radical carboxy et  $R'_1$  est un atome d'hydrogène peut être préparé par condensation d'un dérivé de la quinoléine de formule générale (VIII) tel que défini précédemment, sur un dérivé de pipéridine de formule générale :



- 10 dans laquelle Rz est défini comme précédemment et  $R'_2$  représente un radical carboxy protégé tel que défini précédemment, puis élimine le radical Rz protecteur d'amino.

La réaction s'effectue dans des conditions analogues aux conditions décrites pour la réaction du dérivé de quinoléine de formule générale (VII) et du dérivé de la pipéridine de formule générale (VIII).

- 15 L'élimination du radical Rz s'effectue selon les méthodes connues et citées ci avant, citées dans les exemples, ou décrites par T.W. Greene et P.G.M. Wuts, Protective Groups in Organic Synthesis (2<sup>ème</sup> éd.), A. Wiley - Interscience Publication (1991), ou par Mc Omie, Protective Groups in Organic Chemistry, Plenum Press (1973).

Le produit de formule générale (X) peut être préparé selon ou par analogie avec la méthode décrite ci-après dans les exemples.

- 20 La réduction en alcool de l'acide protégé sous forme d'un radical  $R'_2$  en position -3 de la pipéridine, en un radical hydroxyéthyle s'effectue selon les méthodes habituelles qui n'altèrent pas le reste de la molécule, notamment on opère par action d'un hydrure (hydrure d'aluminium et de lithium ou hydrure de diisobutyl aluminium par exemple) dans un solvant tel qu'un éther (tétrahydrofurane par exemple) à une température  
25 comprise entre 20 et 60°C.

- La transformation du dérivé de quinolyl propyl pipéridine pour lequel  $R'_2$  est hydroxyéthyle en un dérivé p.toluènesulfonyloxyéthyle s'effectue notamment selon la méthode décrite par L.F. Fieser et M. Fieser, Reagents for Organic Synthesis, vol 1, 1179 (1967), à partir du chlorure de p.toluènesulfonyle en présence d'une base comme  
30 une amine tertiaire (par exemple la triéthylamine) ou aromatique (par exemple la

pyridine), dans un solvant halogéné (dichlorométhane par exemple) ou sans solvant, à une température comprise entre 0 et 50°C.

La transformation du dérivé p.toluènesulfonyloxyéthyle en dérivé vinylique s'effectue par réaction d'élimination, notamment selon la méthode décrite par A. Sharma et coll.,  
5 Org. Prep. Proc. Int., 25(3), 330-333 (1993), en présence d'une base comme par exemple le t.butylate de potassium dans un solvant tel que le diméthylsulfoxyde par exemple, à une température comprise entre 20 et 100°C.

La transformation du dérivé vinylique en un dérivé pour lequel R<sub>2</sub> est carboxy s'effectue par les méthodes d'oxydation décrites dans la littérature, notamment par le  
10 méta periodate de sodium en présence d'hydrate de trichlorure de ruthénium, dans un mélange de solvants comme par exemple le mélange eau/acétonitrile, à une température comprise entre 20 et 60°C.

Le dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale (II), pour lequel R<sub>1</sub> est un radical hydroxy peut être préparé par oxydation en milieu basique du dérivé  
15 correspondant pour lequel R<sub>1</sub> est un atome d'hydrogène. L'oxydation s'effectue par action de l'oxygène, de préférence au sein d'un solvant inerte tel que le diméthylsulfoxyde en présence de tert-butanol et d'une base telle le tert-butylate de potassium ou de sodium à une température comprise entre 0 et 100°C.

Les dérivés de la quinoléine de formule générale (VII) pour lesquels Hal est un atome  
20 d'iode, peuvent être préparés par analogie avec les travaux de E. Arzel et al., Tetrahedron, 55, 12149-12156 (1999) à partir de 3-fluoro-6-méthoxyquinoléine, par action successive d'une base puis de l'iode. On utilise par exemple le diisopropylamidure de lithium dans un solvant tel qu'un éther (tétrahydrofuranne) à une température comprise entre -80 et 20°C. La 3-fluoro-6-méthoxyquinoléine peut  
25 être obtenue par pyrolyse du 3-tétrafluoroborate ou du 3-hexafluorophosphate de diazonium de 6-méthoxyquinoléine selon la réaction de Balz-Schieman, Org. Synth., Coll 5, 133 (1973), à une température comprise entre 100 et 240°C. Le 3-tétrafluoroborate de diazonium de 6-méthoxyquinoléine ou le 3-hexafluorophosphate de diazonium de 6-méthoxyquinoléine peuvent être obtenus à partir de la 3-amino-6-  
30 méthoxyquinoléine par action d'un nitrite alcalin (nitrite de sodium par exemple) en milieu acide (acide tétrafluoroborique ou acide hexafluorophosphorique) dans un solvant tel que l'eau à une température comprise entre -10 et +20°C, par analogie avec les travaux de A. Roe et al., J. Am. Chem. Soc., 71, 1785-86 (1949) ou par action d'un nitrite d'alcoyle (comme par exemple le nitrite d'isoamyle) et du complexe de

trifluoroborate diéthyléther dans un solvant tel qu'un éther (tétrahydrofuranne par exemple) à une température comprise entre -10 et +10°C. La 3-amino-6-méthoxyquinoléine est préparée comme décrit par N. Heindel, J. Med. Chem., 13, 760 (1970). Le dérivé de la quinoléine de formule générale (VII) pour lequel Hal est un atome de brome, peut être également préparés par analogie avec cette méthode.

Les intermédiaires des dérivés de quinolyl propyl pipéridine pour lesquels  $R_4$  représente alcényl- $\text{CH}_2$ -, alcynyl- $\text{CH}_2$ -, cycloalcoyle ou cycloalcoyl alcoyle peuvent être obtenus par analogie avec la préparation des intermédiaires pour lesquels  $R_4$  est alcoyle, par action du dérivé halogéné correspondant sur le dérivé de quinoléine hydroxylé en position -6.

Il est entendu que les dérivés de formule générale (I), (II), (III), (IV) ou leurs intermédiaires de départ peuvent exister sous forme cis ou trans au niveau des substituants en position -3 et -4 de la pipéridine. Les dérivés de configuration trans peuvent être obtenus à partir des dérivés de configuration cis selon ou par analogie avec la méthode décrite dans la demande internationale WO 99/37635.

Les dérivés de quinolyl propyl pipéridine de formule générale (I) peuvent être purifiés le cas échéant par des méthodes physiques telles que la cristallisation ou la chromatographie.

Par ailleurs il est entendu que lorsque  $R_1$  est autre que l'atome d'hydrogène, il existe des formes diastéréoisomères et que les formes diastéréoisomères et leurs mélanges entrent aussi dans le cadre de la présente invention. Ces derniers peuvent être notamment séparés par chromatographie sur silice ou par Chromatographie Liquide Haute Performance (CLHP). De même, les dérivés cis et trans peuvent être séparés par chromatographie sur silice ou par Chromatographie Liquide Haute Performance (CLHP).

Les dérivés de quinolyl propyl pipéridine de formule générale (I) peuvent être transformés en sels d'addition avec les acides, par les méthodes connues. Il est entendu que ces sels entrent aussi dans le cadre de la présente invention.

Comme exemples de sels d'addition avec des acides pharmaceutiquement acceptables, peuvent être cités les sels formés avec les acides minéraux (chlorhydrates, bromhydrates, sulfates, nitrates, phosphates) ou avec les acides organiques (succinates, fumarates, tartrates, acétates, propionates, maléates, citrates,

méthanesulfonates, éthanesulfonates, phénylsulfonates, p.toluènesulfonates, iséthionates, naphtylsulfonates ou camphorsulfonates, ou avec des dérivés de substitution de ces composés).

Certains des dérivés de quinolyl propyl pipéridine de formule générale (I) portant un radical carboxy peuvent être transformés à l'état de sels métalliques ou en sels d'addition avec les bases azotées selon les méthodes connues en soi. Ces sels entrent également dans le cadre de la présente invention. Les sels peuvent être obtenus par action d'une base métallique (par exemple alcaline ou alcalino terreuse), de l'ammoniac ou d'une amine, sur un produit selon l'invention, dans un solvant approprié tel qu'un alcool, un éther ou l'eau, ou par réaction d'échange avec un sel d'un acide organique. Le sel formé précipite après concentration éventuelle de la solution, il est séparé par filtration, décantation ou lyophilisation. Comme exemples de sels pharmaceutiquement acceptables peuvent être cités les sels avec les métaux alcalins (sodium, potassium, lithium) ou avec les métaux alcalinoterreux (magnésium, calcium), le sel d'ammonium, les sels de bases azotées (éthanolamine, diéthanolamine, triméthylamine, triéthylamine, méthylamine, propylamine, diisopropylamine, NN-diméthyléthanolamine, benzylamine, dicyclohexylamine, N-benzyl- $\beta$ -phénéthylamine, NN'-dibenzyléthylènediamine, diphénylènediamine, benzhydrylamine, quinine, choline, arginine, lysine, leucine, dibenzylamine).

Les dérivés de quinolyl propyl pipéridine selon l'invention sont des agents antibactériens particulièrement intéressants.

In vitro, sur germes gram positifs les dérivés de quinolyl propyl pipéridine selon l'invention se sont montrés actifs à des concentrations comprises entre 0,03 et 4  $\mu\text{g/ml}$  sur *Staphylococcus aureus* AS5155 résistante à la méticilline, également à des concentrations comprises entre 0,06 et 8  $\mu\text{g/ml}$  sur *Streptococcus pneumoniae* 6254-01 et à des concentrations comprises entre 0,06 et 64  $\mu\text{g/ml}$  sur *Enterococcus faecium* H983401 et sur germes gram négatifs, ils se sont montrés actifs à des concentrations comprises entre 0,12 et 32  $\mu\text{g/ml}$  sur *Moraxella catharrhalis* IPA152 ; in vivo, ils se sont montrés actifs sur les infections expérimentales de la souris à *Staphylococcus aureus* IP8203 à des doses comprises entre 12 et 150 mg/kg par voie sous cutanée ( $\text{DC}_{50}$ ) et pour certains d'entre eux à des doses comprises entre 26 et 150 mg/kg par voie orale.



Enfin, les produits selon l'invention sont particulièrement intéressants du fait de leur faible toxicité. Aucun des produits n'a manifesté de toxicité à la dose de 100 mg/kg par voie sous cutanée chez la souris (2 administrations).

Parmi les produits selon l'invention, peuvent être cités particulièrement les dérivés de quinolyl propyl quinoléine décrits ci-après :

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(2-phénylthioéthyl)pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-15 (2,3,5-trifluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(n-propylthio)propyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(n-butylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 20 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopropylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclobutylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-25 (cyclopentylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclohexylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 30 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(5-fluorothien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-3-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(1,3-thiazol-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 5 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluoro-pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3-fluoro-phényl)-prop-2-ynyl]pipéridine-3-carboxylique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]pipéridine-3-carboxylique
- 15 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-2-yl)-prop-2-ynyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-
- 20 (thien-3-yl)-prop-2-ynyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(2-phénylthioéthyl)pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 25 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-
- 30 yl)propyl]-1-[2-(2,3,5-trifluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(n-propylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(n-butylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 5 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopropylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclobutylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopentylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclohexylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(5-fluoro-thien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 15 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-3-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(1,3-thiazol-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 20 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluoro-pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3-fluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- 25 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- 30 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-2-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-3-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- 5 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopentylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclohexylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 15 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(1,3-thiazol-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- 20 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-2-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- 25 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(2-phénylthioéthyl)pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 30

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2,3,5-trifluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 5 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(n-propylthio)propyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(n-butylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopropylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclobutylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopentylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 15 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclohexylthio)éthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(5-fluoro-thien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 20 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-3-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(1,3-thiazol-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- 25 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(pyridin-3-yl)thioéthyl]pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3-fluoro-phényl)-prop-2-ynyl]pipéridine-3-carboxylique
- 30

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- 5 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-2-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-3-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-carboxylique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(2-phénylthioéthyl)pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- 15 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-
- 20 (2,3,5-trifluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(n-propylthio)propyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(n-butylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- 25 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopropylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclobutylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-
- 30 (cyclopentylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclohexylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(5-fluoro-thien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- 5 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-3-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(1,3-thiazol-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluoro-pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3-fluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- 15 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- 20 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-2-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-3-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- 25 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(2-phénylthioéthyl)pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- 30

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2,3,5-trifluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(n-propylthio)propyl]pipéridine-3-acétique
- 5 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(n-butylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopropylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclobutylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclohexylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(5-fluoro-thien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- 15 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-3-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(1,3-thiazol-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- 20 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluoro-pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3-fluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- 25 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-2-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- 30



- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-3-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- 5 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopentylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclohexylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(1,3-thiazol-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- 15 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- 20 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-fluoro-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-2-yl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(2-phénylthioéthyl)pipéridine-3-acétique
- 25 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3,5-difluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2,3,5-trifluorophénylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- 30

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(n-propylthio)propyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(n-butylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- 5 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopropylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclobutylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclopentylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- 10 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(cyclohexylthio)éthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(5-fluoro-thien-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- 15 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thien-3-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(1,3-thiazol-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- 20 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(3-fluoro-pyridin-2-yl)thioéthyl]pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3-fluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- 25 - Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(3,5-difluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-pipéridine-3-acétique
- 30

- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-2-yl)-prop-2-ynyl]-piperidine-3-acétique
- Acide (3RS,4RS) ou (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(thien-3-yl)-prop-2-ynyl]-piperidine-3-acétique

5 ainsi que leurs sels.

Les exemples suivants illustrent la présente invention.

### **Exemple 1**

**Dichlorhydrate de l'acide (3RS, 4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thiën-2-yl)thioéthyl]-piperidine-3-acétique.**

10 Une solution de 480 mg de (3RS,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thiën-2-yl)thioéthyl]-piperidine-3-acétate de méthyle, 5 cm<sup>3</sup> de dioxane et 2,25 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de 60°C pendant 1 heure 30 minutes. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température

15 voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 50 cm<sup>3</sup> d'eau et 20 cm<sup>3</sup> d'éther. La phase aqueuse est décantée puis lavée par 2 fois 10 cm<sup>3</sup> d'éther. Elle est ensuite acidifiée par une coulée de 2,25 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique 1N. Le précipité formé est dissout par addition de 75 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane. La phase organique est décantée, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée, puis concentrée sous pression réduite (5 kPa)

20 à une température voisine de 40°C. Le produit obtenu est alors agité dans 30 cm<sup>3</sup> d'acétone. On coule sur cette solution 4 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxane. On concentre le mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C puis on ajoute 15 cm<sup>3</sup> d'acétone. On renouvelle cette opération 5 fois, jusqu'à obtention d'un solide jaune que l'on essore, puis que l'on sèche au dessiccateur sous pression réduite (10 Pa) à une température d'environ 45°C.

25 On obtient 395 mg de dichlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thiën-2-yl)thioéthyl]-piperidine-3-acétique, sous forme d'un solide de couleur blanc cassé.

30 Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (400 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub> à une température de 393K, δ en ppm) :

de 1,40 à 1,90 (mt : 7H) ; 2,29 (dd, J = 16 et 5,5 Hz : 1H) ; 2,46 (mf : 1H) ; de 2,65 à 3,45 (mt : 5H) ; 3,09 (t large, J = 7,5 Hz : 2H) ; 3,23 (s large : 4H) ; 3,99 (s : 3H) ; 7,09 (dd, J = 5,5 et 3,5 Hz : 1H) ; 7,27 (dd, J = 3,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,38 (d, J = 3 Hz :

1H) ; 7,40 (dd, J = 9 et 3 Hz : 1H) ; 7,62 (dd, J = 5,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,98 (d, J = 9 Hz : 1H) ; 8,64 (s large : 1H).

**(3RS,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl) propyl]-1-[2-(2-thiénylthio) éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle**

5 Une suspension composée de 0,95 g de (3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, 0,7 g de carbonate de potassium, 0,68 g de 2-(2-bromoéthylthio)thiophène dans 40 cm<sup>3</sup> de diméthylformamide est agitée pendant 16 heures à une température voisine de 60°C sous atmosphère inerte. Après refroidissement à environ 20°C, le mélange réactionnel  
10 est jeté sur 200 cm<sup>3</sup> d'eau et 200 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle. La phase organique est décantée puis lavée par 5 fois 100 cm<sup>3</sup> d'eau puis par 100 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée, puis concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu d'évaporation obtenu est purifié par chromatographie, sous une pression d'azote de 50  
15 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45µ ; diamètre 2 cm; hauteur 40 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (68/32 en volumes) et en recueillant des fractions de 15 cm<sup>3</sup>. On concentre les fractions 15 à 21. On obtient 480 mg de (3RS, 4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl) propyl]-1-[2-(thien-2-yl)thioéthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile de  
20 couleur orange.

Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>, δ en ppm :

de 1,15 à 1,70 (mt : 7H) ; de 1,90 à 2,05 (mt : 2H) ; 2,08 (mf : 1H) ; 2,17 (dd large, J = 16 et 4 Hz : 1H) ; de 2,35 à 2,80 (mt : 5H) ; 2,90 (mt : 2H) ; 3,07 (t large, J = 7,5 Hz : 2H) ; 3,57 (s : 3H) ; 3,97 (s : 3H) ; 7,06 (dd, J = 5,5 et 4 Hz : 1H) ; 7,17 (dd, J = 4  
25 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,38 (d, J = 3 Hz : 1H) ; 7,40 (dd, J = 9 et 3 Hz : 1H) ; 7,62 (dd, J = 5,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,97 (d, J = 9 Hz : 1H) ; 8,70 (s large : 1H).

**(3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(3-Fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle.**

Dans un autoclave, on introduit 2,65 g de (4RS)-1-benzyloxycarbonyl-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl) propyl]-pipéridine-3-ylidène acétate de méthyle, isomère Z,  
30 45 cm<sup>3</sup> d'éthanol absolu et 265 mg de palladium sur charbon à 10 %. Le mélange réactionnel est agité sous 5 bars d'hydrogène à 22°C pendant 24 heures, puis, filtré sur supercel, rincé avec 5 fois 20 cm<sup>3</sup> d'éthanol absolu. Les filtrats réunis sont concentrés sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. On

obtient 1,85 g de (3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile incolore.

Spectre de R.M.N.  $^1\text{H}$  (300 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$  d6,  $\delta$  en ppm).

de 1,10 à 1,80 (mt : 7H) ; de 1,90 à 2,30 (mt : 2H) ; de 2,35 à 2,60 (mt : 3H) ; de 2,65  
5 à 2,95 (mt : 2H) ; 3,06 (mt : 2H) ; 3,55 et 3,56 (2s : 3H en totalité) ; 3,95 et 3,96 (2s :  
3H en totalité) ; de 7,30 à 7,45 (mt : 2H) ; 7,96 (d,  $J = 9$  Hz : 1H) ; 8,70 (s large : 1H).

**(4RS)-1-benzyloxycarbonyl-4-[3-(3-Fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl) propyl]-  
pipéridine-3-ylidène acétate de méthyle, isomère Z.**

Une solution de 5,8 g de (4RS)-4-allyl-1-benzyloxycarbonyl pipéridin-3-ylidène  
10 acétate de méthyle (isomère Z) dans 15 cm<sup>3</sup> de tétrahydrofurane est ajoutée lentement,  
à une température voisine de 0°C, sous agitation et sous atmosphère inerte, à 45 cm<sup>3</sup>  
d'une solution 0,5 M de 9-borabicyclo[3,3,1]nonane dans le tétrahydrofurane. Le  
mélange est ensuite ramené à une température voisine de 20°C, tandis que l'agitation  
est poursuivie pendant encore 4 heures. 5,5 g de 4-iodo-3-fluoro-6-méthoxy  
15 quinoléine en solution dans 100cm<sup>3</sup> de tétrahydrofurane sont ajoutés, puis 11,2 g de  
phosphate de potassium tribasique, et enfin 386 mg de chlorure de palladium  
diphénylphosphinoferrocène. Le mélange réactionnel est chauffé pendant 2 heures au  
reflux puis agité 48 heures à température ambiante. La suspension obtenue est filtrée.  
Le filtrat est concentré puis repris dans 200 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle. La solution  
20 obtenue est lavée par 2 fois 200 cm<sup>3</sup> d'eau puis par 2 fois 200 cm<sup>3</sup> d'une solution  
aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée, puis  
concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. On  
obtient 15 g d'une huile que l'on purifie par chromatographie, sous une pression  
d'azote de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45 $\mu$  ; diamètre 6  
25 cm ; hauteur 38 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (85/15  
en volumes en faisant un gradient jusqu'à 70/30 en volumes) et en recueillant des  
fractions de 200 cm<sup>3</sup>. Les fractions 31 à 34 sont réunies, puis concentrées. On obtient  
4,7 g de (4RS)-1-benzyloxycarbonyl-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl) propyl]-  
pipéridine-3-ylidène acétate de méthyle (isomère Z), sous forme d'une huile incolore.

30 Spectre infra rouge ( $\text{CCl}_4$ ): 3091; 3068; 3034; 1705; 1655; 1622; 1507; 1468; 1434;  
1361; 1263; 1231; 1207; 1173; 1141; 1034; 909; 832 et 696 cm<sup>-1</sup>

**(4RS)-4-allyl-1-benzyloxycarbonyl pipéridin-3-ylidène acétate de méthyle,  
isomère Z.**

Une solution contenant 16,3 g de (4RS)-4-allyl-1-benzyloxycarbonyl pipéridin-3-one dans 200 cm<sup>3</sup> de toluène est agitée au reflux avec du (triphénylphosphoranylidène) acétate de méthyle, sous atmosphère inerte, pendant 16 heures. Après refroidissement à environ 20°C, le mélange réactionnel est concentré sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu, solubilisé dans 50 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane à chaud, est purifié par chromatographie, sous une pression d'azote de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45µ ; diamètre 10 cm; hauteur 45 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (80/20 en volumes) et en recueillant des fractions de 250 cm<sup>3</sup>. Les fractions 13 à 15 sont réunies, puis concentrées comme ci-dessus. On obtient 5,8 g de (4RS)-4-allyl-1-benzyloxycarbonyl pipéridin-3-ylidène acétate de méthyle (isomère Z), sous forme d'une huile incolore.

Spectre infra rouge (CCl<sub>4</sub>) : 3068; 3034; 2949; 2853; 1722; 1705; 1655; 1643; 1434; 1260; 1200; 1174; 1144; 993; 918 et 696 cm<sup>-1</sup>

La (4RS)-4-allyl-1-benzyloxycarbonyl-pipéridin-3-one peut être préparée selon Takeuchi Y et coll. décrit dans Synthesis 1999, 10, 1814.

### **Exemple 2**

**Dichlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thién-2-ylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétique.**

Une solution de 70 mg de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thién-2-ylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétate d'éthyle, 1 cm<sup>3</sup> de dioxane et 0,3 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de 60°C pendant 1 heure. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 25 cm<sup>3</sup> d'eau et 10 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane. La phase aqueuse est décantée puis acidifiée par une coulée de 0,3 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique 1N. Le précipité formé est dissout par addition de 25 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane. La phase organique est lavée par 10 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium et séchée sur sulfate de magnésium, filtrée, puis concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu obtenu est alors dissous à chaud dans 2 cm<sup>3</sup> d'acétone. Sur cette solution obtenue, on coule 0,07 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxane. On concentre le mélange résultant sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. On obtient 72 mg du dichlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-

fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétique, sous forme d'une poudre de couleur blanche.

Spectre de R.M.N.<sup>1</sup>H (400 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub> avec quelques gouttes de CD<sub>3</sub>COOD d<sub>4</sub> à une température de 373K, δ en ppm) : de 1,20 à 2,00 (mt : 7H) ; de 2,00 à 2,60 (mt : 5H) ; de 2,75 à 3,20 (mt : 6H) ; 3,94 (s : 3H) ; 4,89 (t large, J = 7 Hz : 1H) ; 7,07 (mt : 1H) ; 7,24 (mt : 1H) ; 7,37 (dd, J = 9 et 2,5 Hz : 1H) ; 7,60 (d large, J = 5 Hz : 1H) ; de 7,90 à 8,00 (mt : 2H) ; 8,62 (s large : 1H).

**(3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle.**

10 Une solution composée de 0,92 g de dichlorhydrate de (3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, 0,85 cm<sup>3</sup> de triéthylamine, 535 mg de 2-(2-bromoéthylthio)thiophène dans 30 cm<sup>3</sup> de diméthylformamide anhydre est agitée pendant 4 heures 30 minutes à une température voisine de 60°C sous atmosphère inerte. On ajoute alors 0,3 cm<sup>3</sup> de triéthylamine et on chauffe encore à 60°C sous atmosphère inerte pendant 15 heures. Après refroidissement à environ 20°C, le mélange réactionnel est jeté sur 100 cm<sup>3</sup> d'eau et 100 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle. La phase organique est décantée, lavée par 4 fois 15 cm<sup>3</sup> d'eau puis par 2 fois 15 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée, concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu obtenu est purifié par chromatographie, sous une pression d'azote de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45μ ; diamètre 1 cm ; hauteur 40 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (50/50 en volumes) et en recueillant des fractions de 20 cm<sup>3</sup>. On concentre les fractions 13 à 15. On obtient 70 mg de (3RS, 4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-3-(R,S)-hydroxy-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile de couleur jaune.

Spectre infra rouge (CCl<sub>4</sub>) : 3617; 2934; 2799; 2764; 1737; 1623; 1508; 1467; 1231; 1033; 1011; 834 et 698 cm<sup>-1</sup>

30 **Dichlorhydrate de (3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle.**

Une solution de 940 mg d'acide (3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-acétique dans 20 cm<sup>3</sup> de méthanol est refroidie à une température voisine de -25°C,

sous agitation et sous atmosphère inerte. A cette solution est ajoutée en 5 minutes 0,43 cm<sup>3</sup> de chlorure de thionyle. Le mélange est ramené à une température voisine de 20°C, tandis que l'agitation est poursuivie pendant encore 1 heure 30 minutes. On concentre le mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C puis on ajoute 30 cm<sup>3</sup> de méthanol. On renouvelle cette série d'opérations 3 fois. On obtient 920 mg de dichlorhydrate de (3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une meringue jaune.

Spectre infra rouge (KBr) : 3249; 1949; 2503; 2020; 1731; 1622; 1604; 1555; 1497; 1457; 1420; 1308; 1242; 1200; 1175; 1080; 1014; 872; 832 et 795 cm<sup>-1</sup>

**Acide (3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-acétique.**

Une solution de 1,16g de (3RS,4RS) et (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-3-propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-acétate de méthyle, 100 cm<sup>3</sup> de diméthylsulfoxyde anhydre et 25 cm<sup>3</sup> de tert-butanol anhydre est agitée sous atmosphère inerte exempte d'eau à 20°C. On purge cette solution incolore avec de l'oxygène pur jusqu'à saturation du mélange réactionnel. On ajoute alors une solution contenant 685 mg de tert-butoxyde de potassium dans 8 cm<sup>3</sup> de tert-butanol anhydre. L'oxygène est de nouveau introduit par barbotage pendant encore 3 heures et 30 minutes sous forte agitation. La solution jaune obtenue est purgée à l'azote puis refroidie à 0°C. On ajoute ensuite 0,5 cm<sup>3</sup> d'acide acétique pur dans 20 cm<sup>3</sup> d'eau puis 200 cm<sup>3</sup> d'éther. La phase organique est décantée, lavée par 7 fois 20 cm<sup>3</sup> d'eau et par 3 fois 20 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée et concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. On obtient une gomme que l'on reprend dans 20 cm<sup>3</sup> d'éther. On concentre de nouveau dans les mêmes conditions que précédemment. On obtient 945 mg d'acide (3RS,4RS) et (3SR,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-acétique, sous forme d'une meringue blanche.

Spectre infra rouge (KBr) : 2973; 2932; 2864; 1693; 1668; 1623; 1510; 1468; 1429; 1366; 1232; 1166; 1030 et 831 cm<sup>-1</sup>

Spectre infra rouge (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) : 3600; 2982; 2939; 2867; 1710; 1682; 1623; 1509; 1468; 1429; 1367; 1231; 1162; 1030; 909; 896 et 834 cm<sup>-1</sup>



**(3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-3-propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-acétate de méthyle.**

Une solution de 1,85 g de (3RS,4RS) et (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, 0,7 cm<sup>3</sup> de triéthylamine et 40 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane est refroidie, à une température voisine de 0°C, sous agitation et sous atmosphère d'argon. A cette solution incolore est ajoutée en 20 minutes une solution de 1,16 g de di-tert-butyldicarbonate dissous dans 40 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane. Le mélange est ramené à une température voisine de 20°C, tandis que l'agitation est poursuivie pendant encore 10 heures. On ajoute alors au mélange réactionnel 200 cm<sup>3</sup> d'eau. La phase organique est décantée, lavée par 100 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée, puis concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. On obtient une huile que l'on purifie par chromatographie, sous une pression d'azote de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45µ ; diamètre 2 cm; hauteur 20 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (70/30 en volumes) et en recueillant des fractions de 40 cm<sup>3</sup>. Les fractions 8 à 12 sont réunies, puis concentrées comme précédemment. On obtient 2,16 g de (3RS,4RS) et (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-3-propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile incolore.

Spectre infra rouge (CCl<sub>4</sub>) 3006; 1740; 1695; 1622; 1507; 1468; 1428; 1366; 1231; 1166; 1034; 909 et 832 cm<sup>-1</sup>

### **Exemple 3**

**Chlorhydrate de l'acide (3SR, 4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétique.**

Une solution de 195 mg de (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, 2 cm<sup>3</sup> de dioxane et 0,9 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de 60°C pendant 1 heure. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 20 cm<sup>3</sup> d'eau et 10 cm<sup>3</sup> d'éther. La phase aqueuse est décantée puis acidifiée par une addition de 0,9 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique 1N. Le précipité formé est dissout par 20 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane. La phase organique est lavée par 2 fois 10 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée

sur sulfate de magnésium, filtrée, concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le produit obtenu est alors agité dans 20 cm<sup>3</sup> d'acétone. On coule sur cette solution une solution de 2 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxane. On concentre le mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une  
5 température voisine de 40°C puis on ajoute 5 cm<sup>3</sup> d'acétone. On renouvelle cette opération 4 fois. On obtient 155 mg de chlorhydrate de l'acide (3SR,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétique, sous forme d'un solide de couleur blanc cassé.

Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>, δ en ppm) : de 1,15 à 2,10 (mt : 8H) ;  
10 2,10 (dd, J = 15 et 7,5 Hz : 1H) ; 2,47 (dd, J = 15 et 4 Hz : 1H) ; de 2,70 à 2,95 (mt : 2H) ; 3,07 (t large, J = 7 Hz : 2H) ; 3,20 (mt : 4H) ; 3,44 (mt : 2H) ; 3,96 (s : 3H) ; 7,11 (dd, J = 5,5 et 4 Hz : 1H) ; 7,32 (dd, J = 4 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,40 (mt : 1H) ; 7,41 (dd, J = 9 et 2,5 Hz : 1H) ; 7,72 (dd, J = 5,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,97 (d, J = 9 Hz : 1H) ; 8,71 (s large : 1H) ; de 9,85 à 10,05 (mf : 1H).

15 **(3SR,4RS)-4-[3-(3-Fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl) propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle.**

Une suspension composée de 0,95 g de (3RS, 4RS) et (3SR, 4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, 0,7 g de carbonate de potassium, 0,68 g de 2-(2-bromoéthylthio)thiophène dans 40 cm<sup>3</sup> de  
20 diméthylformamide est agitée pendant 16 heures à une température voisine de 60°C sous atmosphère inerte. Après refroidissement à environ 20°C, le mélange réactionnel est additionné sur 200 cm<sup>3</sup> d'eau et 200 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle. La phase organique est décantée puis lavée par 5 fois 100 cm<sup>3</sup> d'eau puis par 100 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée,  
25 concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu d'évaporation obtenu est purifié par chromatographie, sous une pression d'azote de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45μ ; diamètre 2 cm ; hauteur 40 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (68/32 en volumes) et en recueillant des fractions de 15 cm<sup>3</sup>. On concentre les fractions 33 à 36.  
30 On obtient 195 mg de (3SR, 4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl) propyl]-1-[2-(2-thiénylthio) éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile de couleur orange.

Spectre de R.M.N.  $^1\text{H}$  (300 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$   $d_6$ ,  $\delta$  en ppm) : de 1,00 à 1,80 (mt : 9H) ; 1,89 (t très large,  $J = 10,5$  Hz : 1H) ; 2,07 (dd,  $J = 15$  et 7,5 Hz : 1H) ; de 2,35 à 2,55 (mt : 3H) ; de 2,65 à 2,80 (mt : 2H) ; 2,90 (t,  $J = 7$  Hz : 2H) ; 3,05 (t large,  $J = 6,5$  Hz : 2H) ; 3,56 (s : 3H) ; 3,95 (s : 3H) ; 7,04 (dd,  $J = 5$  et 3,5 Hz : 1H) ; 7,17 (dd,  $J = 3,5$  et 1,5 Hz : 1H) ; 7,37 (mt : 1H) ; 7,40 (dd,  $J = 9$  et 2,5 Hz : 1H) ; 7,60 (dd,  $J = 5$  et 1,5 Hz : 1H) ; 7,96 (d,  $J = 9$  Hz : 1H) ; 8,69 (s large : 1H).

#### Exemple 4

#### **Acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine 3-acétique**

10 Un mélange de 0,355 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine 3-acétate de méthyle dans 1,66  $\text{cm}^3$  d'une solution aqueuse de soude 1N et 5  $\text{cm}^3$  de dioxane, est porté à une température voisine de 60°C sous agitation pendant 2 heures. Après refroidissement aux environs de 20°C, le mélange réactionnel est concentré à sec à  
15 sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu d'évaporation obtenu est repris par 30  $\text{cm}^3$  d'eau et 30  $\text{cm}^3$  d'éther diéthylique, la phase aqueuse est décantée et neutralisée par 1,66  $\text{cm}^3$  d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique 1N et est ensuite extraite par 2 fois 100  $\text{cm}^3$  d'acétate d'éthyle. La phase organique est séchée sur du sulfate de magnésium, filtrée puis concentré à sec  
20 selon les mêmes conditions précédentes. On obtient 0,238 g d'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine 3-acétique, sous forme d'un solide blanc

Spectre de R.M.N. :  $^1\text{H}$  (300 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$   $d_6$ ,  $\delta$  en ppm) : de 0,95 à 2,80 (mts : 16H) ; 2,87 (mt : 2H) ; 3,93 (s : 3H) ; 4,65 (t large,  $J = 7$  Hz : 1H) ; 7,04 (dd large,  $J = 5,5$  et 3,5 Hz : 1H) ; 7,16 (d large,  $J = 3,5$  Hz : 1H) ; 7,37 (d très large,  $J = 9,5$  Hz : 1H) ; 7,60 (d large,  $J = 5,5$  Hz : 1H) ; 7,85 (mt : 1H) ; 7,94 (d,  $J = 9,5$  Hz : 1H) ; 8,66 (mt : 1H).

#### **(3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine 3-acétate de méthyle**

30 A un mélange de 0,98 g de (3RS,4RS)-4-[3-hydroxyimino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine 3-acétate de méthyle dans 50  $\text{cm}^3$  de méthanol refroidi au voisinage de -5°C, sous agitation et

atmosphère inerte, on ajoute en plusieurs fois 0,695g de borohydrure de sodium. La réaction est très exothermique et aux environs de 0°C, on ajoute en une seule fois 0,365 g de trioxyde de molybdène. Le mélange réactionnel est agité au voisinage de 20°C pendant 20 heures puis il est refroidi aux environs de -6°C et l'on ajoute de nouveau 0,695 g de borohydrure de sodium et 0,365 g de trioxyde de molybdène. La masse réactionnelle est agitée pendant 5 heures au voisinage de 20°C puis est filtrée sur de la célite et l'insoluble est lavé par 2 fois 50 cm<sup>3</sup> de méthanol. Le filtrat est concentré à sec à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu d'évaporation est purifié par chromatographie sous pression d'argon de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 40-60 µm ; diamètre 3 cm ; hauteur 25 cm), en éluant par un mélange successif de cyclohexane-acétate d'éthyle (50/50 en volumes), acétate d'éthyle puis dichlorométhane-méthanol (90/10 en volumes) et en recueillant des fractions de 50 cm<sup>3</sup>. Les fractions 17 à 20 sont réunies puis concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. On obtient 0,355 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine 3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile incolore.

Spectre infra-rouge : (CCl<sub>4</sub>) 2932; 2765; 1736; 1623; 1508; 1230; 1167; 1033; 833 et 699 cm<sup>-1</sup>

**(3RS,4RS)-4-[3-hydroxyimino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle**

A un mélange de 0,99 g de (3RS,RS)-4-[3-oxo-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle dans 10 cm<sup>3</sup> de pyridine, sous agitation et atmosphère inerte, on ajoute 0,363 g de chlorhydrate d'hydroxylamine en plusieurs fois et l'ensemble est chauffé au voisinage de 60°C pendant 16 heures. Après refroidissement au voisinage de 20°C, la masse réactionnelle est concentré à sec à sec sous pression réduite (8 kPa) à une température voisine de 55°C. Le résidu d'évaporation est repris par 75 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle et 40 cm<sup>3</sup> d'eau distillée. La phase organique est lavée par 3 fois 40 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et 40 cm<sup>3</sup> d'une solution saturée en chlorure de sodium, séchée sur du sulfate de magnésium pendant 30 minutes, filtrée et concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C. On obtient 0,98 g de (3RS,4RS)-4-[3-hydroxyimino-3-(fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une gomme jaune.

Spectre de masse : EI m/z = 528 [M-OH]<sup>+</sup>

$m/z=514$       $[M-OCH_3]^+$   
 $m/z=416$       $[M-C_5H_5S_2]^+$      pic de base  
 $m/z=115$       $[C_4H_3S_2]^+$   
 DCI    $m/z=546$       $MH^+$

5     **(3RS,4RS)-4-[3-oxo-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle**

A une solution de 3,3 cm<sup>3</sup> de dichlorure d'oxalyle dans 40 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane refroidie à -70°C, sous agitation et atmosphère inerte, on verse 4,7 cm<sup>3</sup> de diméthylsulfoxyde dans 15 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane en 10 minutes. Au bout de  
 10 10 minutes, on verse une solution de 4 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine 3-acétate de méthyle dans 25 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane en 10 minutes. Au bout de 20 minutes au voisinage de -70°C, on ajoute goutte à goutte 21 cm<sup>3</sup> de triéthylamine dans 20 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane en 15 minutes et le mélange réactionnel est agité pendant 15 minutes  
 15 au voisinage de -70°C puis 2 heures au voisinage de 20°C. On verse sur la masse réactionnelle 100 cm<sup>3</sup> d'eau distillée, la phase organique est décantée, lavée par 100 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium saturée, par 2 fois 75 cm<sup>3</sup> d'eau et 75 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse de chlorure de sodium saturée. L'extrait organique est séché sur du sulfate de magnésium pendant 30 minutes, filtré et  
 20 concentré à sec à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu obtenu est purifié par chromatographie sous pression d'argon de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 40-60 µ ; diamètre 3 cm ; hauteur 40 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (60/40 en volumes) et en recueillant des fractions de 50 cm<sup>3</sup>. Les fractions 11 à 16 sont réunies puis  
 25 concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. On obtient 3,16 g de (3RS,4RS)-4-[3-oxo-3-(fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine 3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile jaune.

Spectre infra-rouge : (CCl<sub>4</sub>) : 2930 ; 1738 ; 1699 ; 1621 ; 1505 ; 1231 ; 1198 ; 1154 ; 1028 ; 834 ; 699 cm<sup>-1</sup>.

30     **Exemple 5**

Chlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique

Un mélange de 0,2 g du (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle dans 3 cm<sup>3</sup> de méthanol, 3 cm<sup>3</sup> de dioxane et 1,77 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse de soude 10N est porté à une température voisine de 65°C sous agitation pendant 22 heures. Après refroidissement aux environs de 20°C, le mélange réactionnel est concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu d'évaporation obtenu est repris par 10 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et acidifié par un volume suffisant d'une solution d'acide acétique concentrée pour obtenir un pH voisin de 5-6. On extrait par 20 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle, la phase organique est séchée sur du sulfate de magnésium, filtrée et concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. L'huile obtenue est reprise par 10 cm<sup>3</sup> d'acétone et 10 cm<sup>3</sup> d'une solution de dioxane chlorhydrique puis concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu est une nouvelle fois repris par 10 cm<sup>3</sup> d'acétone puis concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C puis séché dans un dessiccateur pendant 18 heures. On obtient 0,181 g de chlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique, sous forme d'un solide de verseur orange fondant aux environs de 124°C.

Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>, δ en ppm). On observe un mélange de deux stéréoisomères dans des proportions approximatives 60/40.

\* de 1,00 à 3,85 (mts : 18H) ; 3,89 et 4,07 (2s larges : 3H en totalité) ; 5,34 et 5,49 (2 mts : 1H en totalité) ; de 7,05 à 7,55 (mts : 4H) ; de 7,90 à 8,20 (mt : 2H) ; 8,68 et 8,85 (2s larges : 1H en totalité) ; de 9,65 à 10,70 (mfs : 2H en totalité).

**(3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle**

Un mélange de 6,5 g de dichlorhydrate du (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, 3,9 g de 2-(2-bromo-éthylthio)-1,4-difluoro-benzène dissout dans 10 cm<sup>3</sup> de diméthylformamide, 2,32 g d'iodure de potassium, 5,8 g de carbonate de potassium et 3,93 cm<sup>3</sup> de triéthylamine dans 200 cm<sup>3</sup> d'acétonitrile est chauffé sous agitation et sous atmosphère inerte pendant 22 heures à une température voisine de 70°C. Après refroidissement à une température voisine de 20°C, le mélange réactionnel est filtré et l'insoluble est lavé par 2 fois 30 cm<sup>3</sup> d'acétonitrile. Le filtrat est concentré à sec sous

pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu d'évaporation est repris par 100 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et 150 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle. La phase organique est lavée par 3 fois 100 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et 2 fois 100 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée en chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium et concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. L'huile obtenue est purifiée par chromatographie sous pression d'argon de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 40-60 µm ; diamètre 4 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (50/50 en volumes) et en recueillant des fractions de 60 cm<sup>3</sup>. Les fractions contenant le produit attendu sont réunies puis concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C. On obtient 1,7 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile visqueuse de verueur orange.

Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>, δ en ppm). Nous observons le mélange de deux stéréoisomères dans les proportions 50/50.

\* de 0,90 à 2,60 (mt : 14H) ; de 2,60 à 2,80 (mt : 2H) ; 3,08 (t large, J = 7 Hz : 2H) ; 3,47 et 3,55 (2 s : 3H en totalité) ; 3,89 (s : 3H) ; 5,33 (t très large, J = 7 Hz : 1H) ; 5,83 (s large : 1H) ; 7,05 (mt : 1H) ; de 7,15 à 7,35 (mt : 2H) ; 7,38 (d mt, J = 9 Hz : 1H) ; de 7,90 à 8,00 (mt : 2H) ; 8,68 (s large : 1H).

## 20 **Exemple 6**

**Chlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique**

Un mélange de 0,09 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle dans 0,36 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse de soude 1N et 3 cm<sup>3</sup> de dioxane, est porté à une température voisine de 55°C, sous agitation et atmosphère inerte pendant 4 heures. Après refroidissement aux environs de 20°C, le mélange réactionnel est concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu d'évaporation obtenu est repris par 5 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et est acidifié par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique normal et est concentré N. La phase aqueuse est lavée par 8 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane puis concentrée selon les mêmes conditions décrites précédemment. On reprend le résidu obtenu par 10 cm<sup>3</sup>

d'acétone puis on le filtre sur verre fritté. On obtient 0,081 g de chlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique, sous forme d'un solide blanc.

- 5 Spectre de R.M.N Spectre de R.M.N.  $^1\text{H}$  (400 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$  d6 avec ajout de quelques gouttes de  $\text{CD}_3\text{COOD}$  d4, à une température de 383K,  $\delta$  en ppm). Nous observons un mélange de stéréoisomères.

\* de 1,20 à 2,55 (mt : 12H) ; de 2,80 à 3,60 (mt : 6H) ; 4,03 (s : 3H) ; 5,16 (mt : 1H) ; 7,12 (mt : 1H) ; 7,25 (mt : 1H) ; 7,42 (mt : 1H) ; 7,49 (d large,  $J = 9$  Hz : 1H) ; 7,54  
10 (mt : 1H) ; 8,06 (d,  $J = 9$  Hz : 1H) ; 8,76 (s large : 1H).

**(3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle**

A un mélange de 0,4 g de (3RS,4RS)-4-[3-hydroxyimino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-  
15 acétate de méthyle dans 25  $\text{cm}^3$  de méthanol refroidi au voisinage de  $-2^\circ\text{C}$ , sous agitation et atmosphère inerte, on ajoute en plusieurs fois 0,261 g de borohydrure de sodium. La masse réactionnelle est agitée au voisinage de  $0^\circ\text{C}$  pendant 20 minutes puis on ajoute 0,14 g de trioxyde de molybdène. Le mélange réactionnel est agité au  
20 voisinage de  $20^\circ\text{C}$  pendant 24 heures puis il est refroidi aux environs de  $-2^\circ\text{C}$  et l'on ajoute de nouveau 0,261 g de borohydrure de sodium et 0,14 g de trioxyde de molybdène. Le mélange réactionnel est agité pendant 18 heures au voisinage de  $20^\circ\text{C}$  puis est filtré sur de la célite. Le filtrat est concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de  $40^\circ\text{C}$ . Le résidu d'évaporation est purifié par  
25 chromatographie sous pression d'argon de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 40-60  $\mu\text{m}$  ; diamètre 3 cm), en éluant par un mélange successif de cyclohexane-acétate d'éthyle (50/50 en volumes) puis dichlorométhane-méthanol (90/10 en volumes) et en recueillant des fractions de 10  $\text{cm}^3$ . Les fractions 26 à 41 sont réunies puis concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. On obtient 0,202 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-amino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-  
30 propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile incolore.

Spectre infra-rouge : ( $\text{CCl}_4$ )



2938; 1736; 1623; 1507; 1484; 1230; 1189; 1168; 1033; 909 et 833  $\text{cm}^{-1}$

**(3RS,4RS)-4-[3-hydroxyimino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle**

A un mélange de 1 g de (3RS,4RS)-4-[3-oxo-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle dans 10  $\text{cm}^3$  de pyridine, sous agitation et atmosphère inerte, on ajoute 0,347 g de chlorhydrate d'hydroxylamine en plusieurs fois et l'ensemble est agité au voisinage de 20°C pendant 24 heures puis 20 heures au voisinage de 50°C et 1,25 heures au voisinage de 62°C. Après refroidissement au voisinage de 20°C, la masse réactionnelle est concentré à sec à sec sous pression réduite (1,5 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu d'évaporation est repris par 70  $\text{cm}^3$  d'acétate d'éthyle et 40  $\text{cm}^3$  d'eau distillée. La phase organique est décantée, lavée par 3 fois 40  $\text{cm}^3$  d'eau distillée et 40  $\text{cm}^3$  d'une solution saturée en chlorure de sodium, séchée sur du sulfate de magnésium, filtrée et concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu d'évaporation est purifié par chromatographie sous pression d'argon de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 40-60  $\mu\text{m}$  ; diamètre 3 cm), en éluant par un mélange successif de cyclohexane-acétate d'éthyle (60/40 en volumes) puis dichlorométhane-méthanol (90/10 en volumes) et en recueillant des fractions de 10  $\text{cm}^3$ . Les fractions 1 à 21 sont réunies puis concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. On obtient 0,813 g de (3RS,4RS)-4-[3-hydroxyimino-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile visqueuse blanchâtre.

Spectre infra-rouge : ( $\text{CCl}_4$ )

3585; 3174; 2930; 1738; 1621; 1506; 1484; 1229; 1189; 1167; 1029; 909 et 833  $\text{cm}^{-1}$

**(3RS,4RS)-4-[3-oxo-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluorophénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle**

A une solution de 1,32  $\text{cm}^3$  de dichlorure d'oxalyle dans 30  $\text{cm}^3$  de dichlorométhane refroidie à -70°C, sous agitation et atmosphère inerte, on verse 1,88  $\text{cm}^3$  de diméthylsulfoxyde dans 6  $\text{cm}^3$  de dichlorométhane en 10 minutes. Au bout de 10 minutes, on verse une solution de 1,7 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-

pipéridine-3-acétate de méthyle dans 15 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane en 10 minutes. Au bout de 15 minutes, on ajoute goutte à goutte 8,4 cm<sup>3</sup> de triéthylamine dans 10 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane en 15 minutes et le mélange réactionnel est agité pendant 45 minutes au voisinage de -70°C puis 20 heures au voisinage de 20°C. On verse sur la masse réactionnelle 50 cm<sup>3</sup> d'eau distillée, la phase organique est décantée, lavée par 50 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium saturée, par 2 fois 30 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et 30 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse de chlorure de sodium saturée. L'extrait organique est séché sur du sulfate de magnésium, filtré et concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu obtenu est purifié par chromatographie sous une pression d'argon de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 40-60 µm ; diamètre 3 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (60/40 en volumes) et en recueillant des fractions de 10 cm<sup>3</sup>. Les fractions contenant le produit attendu sont réunies puis concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. On obtient 1,37 g de (3RS,4RS)-4-[3-oxo-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(2,5-difluoro-phénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle.

Spectre infra-rouge : (CCl<sub>4</sub>) 2930; 1737; 1701; 1621; 1506; 1484; 1468; 1232; 1189; 1166; 1028; 905 et 834 cm<sup>-1</sup>

### Exemple 7

**20 Chlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-(2,5-cyclopentanethio)-éthyl-pipéridine-3-acétique**

Un mélange de 0,12 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-(2,5-cyclopentanethio)-éthyl-pipéridine-3-acétate de méthyle dans 2 cm<sup>3</sup> de dioxane et 0,6 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse de soude 1N est porté à une température voisine de 55°C sous agitation pendant 18 heures. Après refroidissement aux environs de 20°C, le mélange réactionnel est concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu d'évaporation est repris par 5 cm<sup>3</sup> d'eau distillée, acidifié avec un volume suffisant d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique 1N pour obtenir un pH voisin de 6. On extrait par 8 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane et la phase organique est séchée sur du sulfate de magnésium, filtrée et concentré à sec selon les mêmes conditions précédemment décrites. Le résidu est repris par 5 cm<sup>3</sup> d'acétone et 1 cm<sup>3</sup> d'une solution d'acide

chlorhydrique 4N dans le dioxane puis concentré à sec sous pression réduite (1 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu est de nouveau repris par 5 cm<sup>3</sup> d'acétone et concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. On obtient 0,078 g de chlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-(2,5-cyclopentanethio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique, sous forme d'une poudre de verueur orange et fondant aux environs de 125°C.

Spectre de R.M.N. Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (400 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub> avec ajout de quelques gouttes de CD<sub>3</sub>COOD d<sub>4</sub>, à une température de 383K, δ en ppm) : de 1,20 à 2,55 (mt : 18H) ; 2,89 (mt : 2H) ; de 3,00 à 3,35 (mt : 7H) ; 3,94 (s : 3H) ; 5,39 (mt : 1H) ; 7,39 (dd, J = 9 et 2 Hz : 1H) ; 7,97 (d, J = 9 Hz : 1H) ; 7,99 (mt : 1H) ; 8,63 (s large : 1H).

**(3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-(2,5-cyclopentanethio)-éthyl-pipéridine-3-acétate de méthyle**

Un mélange de 1 g de chlorhydrate de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, 0,424 g de (2-chloro-éthylthio)-cyclopentane, 0,388 g d'iodure de potassium, 0,97 g de carbonate de potassium et 0,656 cm<sup>3</sup> de triéthylamine dans 30 cm<sup>3</sup> d'acétonitrile est chauffé sous agitation pendant 18 heures à une température voisine de 65°C. Après refroidissement à une température voisine de 20°C, le mélange réactionnel est filtré et l'insoluble est lavé par 2 fois 20 cm<sup>3</sup> d'acétonitrile. Le filtrat est concentré à sec sous pression réduite (1 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu d'évaporation est repris par 20 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et 30 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle. La phase organique est lavée par 2 fois 20 cm<sup>3</sup> d'eau distillée et par 2 fois 20 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée en chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée et concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. L'huile obtenue est purifiée par chromatographie sous pression d'argon de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 40-60 μm ; diamètre 3 cm), en éluant par un mélange successif de cyclohexane-acétate d'éthyle (60/40 en volumes) puis dichlorométhane-méthanol (90/10 en volumes) et en recueillant des fractions de 6 cm<sup>3</sup>. Les fractions 6 à 25 sont réunies puis concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C. On obtient 0,42 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-propyl]-1-[2-(cyclopentanethio)-éthyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, sous forme d'une huile jaune.

Spectre infra-rouge : (CCl<sub>4</sub>)

3616; 2928; 2853; 1737; 1623; 1508; 1231; 1165; 1032; 907 et 834 cm<sup>-1</sup>

La préparation du chlorhydrate (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)]-propyl-pipéridine-3-acétate de méthyle a été décrite ci-avant.

## 5 Exemple 8

### **Synthèse de stéréoisomères de l'acide 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique**

La stéréochimie absolue de chaque stéréoisomère ci-après appelée I, II, III, IV, V, VI, VII n'est pas connue.

## 10 Stéréoisomère I

Une solution de 0,625 g du 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-(thiénylthio)-éthyl)]-pipéridine-3-acétate de méthyle (stéréoisomère I) dans 10 cm<sup>3</sup> de dioxanne et 3 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de 15 60°C pendant 1 heure. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 10 cm<sup>3</sup> d'eau, acidifié par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique 1N. Le précipité formé est filtré, séché à l'étuve sous une pression réduite (10 Pa) à une température voisine de 20°C pendant 18 heures. Le produit obtenu est ensuite agité 20 dans 30 cm<sup>3</sup> d'acétone et l'on verse une solution d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxane. Le mélange réactionnel est concentré sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C puis on reprend le produit par de l'acétone 3 fois en évaporant selon les conditions précédemment décrites, à chaque étape. On obtient 0,42 g de dichlorhydrate de l'acide 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique (stéréoisomère I) sous la 25 forme d'un solide blanc. ( $\alpha_D^{20}$  = +56,9° +/- 1,0 dans le méthanol à 0,5 %).

Spectre de R.M.N <sup>1</sup>H (400 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub> avec ajout de quelques gouttes de CD<sub>3</sub>COOD d<sub>4</sub>, à une température de 373K,  $\delta$  en ppm) : de 1,25 à 2,65 (mt : 9H) ; 2,33 (dd, J = 15 et 5 Hz : 1H) ; de 3,05 à 3,40 (mt : 8H) ; 3,94 (s : 3H) ; 5,40 (t large, J = 7 30 Hz : 1H) ; 7,09 (mt : 1H) ; 7,28 (d large, J = 3 Hz : 1H) ; 7,37 (d très large, J = 9 Hz : 1H) ; 7,62 (d large, J = 5 Hz : 1H) ; de 7,90 à 8,00 (mt : 2H) ; 8,61 (s large : 1H).

### Stereoisomère II

Une solution de 0,545 g 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-(thiénylthio)-éthyl)]-pipéridine-3-acétate de méthyle (stéréoisomère II) dans 10 cm<sup>3</sup> de dioxanne et 2,6 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N, est  
5 chauffée sous agitation à une température voisine de 60°C pendant 1 heure. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 10 cm<sup>3</sup> d'eau, acidifié par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique 1N afin d'obtenir un pH égal à 6. La suspension est reprise par 20 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane puis la phase organique est décantée, séchée  
10 sur du sulfate de magnésium, filtrée, concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le produit obtenu est alors agité dans 20 cm<sup>3</sup> d'acétone et l'on verse une solution d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxanne. Le précipité formé est filtré, séché à l'étuve sous une pression réduite (10 Pa) à une température voisine de 20°C pendant 18 heures. Le résidu obtenu est ensuite repris par de  
15 l'acétone plusieurs fois en évaporant selon les conditions précédemment décrites, à chaque étape. On obtient 0,43 g de dichlorhydrate de l'acide 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique (stéréoisomère II) sous la forme d'un solide blanc. ( $\alpha_D^{20} = +55,9^\circ \pm 0,9$  dans le méthanol à 0,5 %).

20 Spectre de R.M.N <sup>1</sup>H (400 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub> avec ajout de quelques gouttes de CD<sub>3</sub>COOD d<sub>4</sub>, à une température de 373K,  $\delta$  en ppm) : de 1,25 à 2,60 (mt : 10H) ; de 3,00 à 3,40 (mt : 8H) ; 3,94 (s : 3H) ; 5,39 (dd, J = 7 et 5 Hz : 1H) ; 7,09 (dd, J = 5 et 3 Hz : 1H) ; 7,28 (d large, J = 3 Hz : 1H) ; 7,38 (dd, J = 9 et 2,5 Hz : 1H) ; 7,63 (d large, J = 5 Hz : 1H) ; de 7,90 à 8,05 (mt : 2H) ; 8,63 (s large : 1H).

### 25 Stereoisomère III

Une solution de 0,458 g de 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-(thiénylthio)-éthyl)]-pipéridine-3-acétate de méthyle (stéréoisomère III) dans 10 cm<sup>3</sup> de dioxanne et 2,2 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de  
30 60°C pendant 1 heure. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 10 cm<sup>3</sup> d'eau, acidifié par une solution aqueuse d'acide acétique afin d'obtenir un pH égal à 6. La suspension est reprise par 20 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane puis la phase

organique est décantée, séchée sur du sulfate de magnésium, filtrée, concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le produit obtenu est alors agité dans 20 cm<sup>3</sup> d'acétone et l'on verse une solution d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxane. Le précipité formé est filtré, séché à l'étuve sous une pression réduite  
5 (10 Pa) à une température voisine de 20°C pendant 18 heures. Le résidu obtenu est ensuite repris par de l'acétone plusieurs fois en évaporant selon les conditions précédemment décrites, à chaque étape. On obtient 0,42 g de dichlorhydrate de l'acide 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique (stéréoisomère III) sous la forme d'un solide blanc. ( $\alpha_D^{20} = -$   
10 46,9°±0,9 dans le méthanol à 0,5 %).

Spectre de R.M.N <sup>1</sup>H (400 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub> avec ajout de quelques gouttes de CD<sub>3</sub>COOD d<sub>4</sub>, à une température de 373K,  $\delta$  en ppm) : de 1,25 à 2,60 (mt : 10H) ; de 3,00 à 3,40 (mt : 8H) ; 3,94 (s : 3H) ; 5,39 (t large, J = 7 Hz : 1H) ; 7,09 (mt : 1H) ; 7,28 (d large, J = 3 Hz : 1H) ; 7,38 (d très large, J = 9 Hz : 1H) ; 7,63 (d large, J = 5  
15 Hz : 1H) ; de 7,90 à 8,05 (mt : 2H) ; 8,62 (s large : 1H).

#### Stéréoisomère IV

Une solution de 0,454 g du 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-(thiénylthio)-éthyl)]-pipéridine-3-acétate de méthyle (stéréoisomère IV) dans 10 cm<sup>3</sup> de dioxanne et 2,2 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse  
20 d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de 60°C pendant 1 heure. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 10 cm<sup>3</sup> d'eau, acidifié par une solution aqueuse d'acide acétique afin d'obtenir un pH égal à 6. La suspension est reprise par 20 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane puis la phase  
25 organique est décantée, séchée sur du sulfate de magnésium, filtrée, concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le produit obtenu est alors agité dans 20 cm<sup>3</sup> d'acétone et l'on verse une solution d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxane. Le précipité formé est filtré, séché à l'étuve sous une pression réduite (10 Pa) à une température voisine de 20°C pendant 18 heures. Le résidu obtenu est  
30 ensuite repris par de l'acétone plusieurs fois en évaporant selon les conditions précédemment décrites, à chaque étape. On obtient 0,35 g de dichlorhydrate de l'acide 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique (stéréoisomère IV) sous la forme d'un solide blanc. ( $\alpha_D^{20} = -$   
54,8°±1,1 dans le méthanol à 0,5 %).

Spectre de R.M.N  $^1\text{H}$  (400 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$  d6 avec ajout de quelques gouttes de  $\text{CD}_3\text{COOD}$  d4, à une température de 373K,  $\delta$  en ppm) : de 1,25 à 2,60 (mt : 9H) ; 2,22 (dd large,  $J = 15$  et 5 Hz : 1H) ; de 3,00 à 3,40 (mt : 8H) ; 3,94 (s : 3H) ; 5,40 (mt : 1H) ; 7,10 (mt : 1H) ; 7,29 (d large,  $J = 3$  Hz : 1H) ; 7,38 (d très large,  $J = 9$  Hz : 1H) ;  
5 7,64 (d large,  $J = 5$  Hz : 1H) ; de 7,90 à 8,05 (mt : 2H) ; 8,62 (s large : 1H).

#### Séréoisomère V

Une solution de 0,560 g du 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-(thiénylthio)-éthyl)]-pipéridine-3-acétate de méthyle (stéréoisomère V) dans 10  $\text{cm}^3$  de dioxanne et 2,2  $\text{cm}^3$  d'une solution aqueuse  
10 d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de 60°C pendant 2 heures. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 10  $\text{cm}^3$  d'eau, acidifié par une solution aqueuse d'acide acétique afin d'obtenir un pH égal à 6. La suspension est reprise par 20  $\text{cm}^3$  de dichlorométhane puis la phase  
15 organique est décantée, séchée sur du sulfate de magnésium, filtrée, concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le produit obtenu est alors agité dans 20  $\text{cm}^3$  d'acétone et l'on verse une solution d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxane. Le précipité formé est concentré sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu obtenu est ensuite repris par de l'acétone  
20 plusieurs fois en évaporant selon les conditions précédemment décrites, à chaque étape puis séché à l'étuve sous une pression réduite (10 Pa) à une température voisine de 20°C pendant 120 heures. On obtient 0,4 g de dichlorhydrate de l'acide 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)-éthyl]-  
pipéridine-3-acétique (stéréoisomère V) sous la forme d'un solide blanc. ( $\alpha_D^{20} =$   
25  $+83,4^\circ \pm 1,3$  dans le méthanol à 0,5 %).

Spectre de R.M.N.  $^1\text{H}$  (400 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$  d6,  $\delta$  en ppm) : 0,95 (mt : 1H) ; 1,41 (mt : 2H) ; de 1,65 à 2,15 (mt : 6H) ; 2,36 (dd,  $J = 16,5$  et 3,5 Hz : 1H) ; de 2,70 à 2,90 (mt : 2H) ; 3,13 (mt : 2H) ; 3,20 (mt : 2H) ; de 3,35 à 3,55 (mt : 2H) ; 3,91 (s : 3H) ; 5,32 (t large,  $J = 7,5$  Hz : 1H) ; 7,10 (dd,  $J = 5,5$  et 3,5 Hz : 1H) ; 7,28 (dd,  $J =$   
30 3,5 et 1 Hz : 1H) ; 7,38 (dd,  $J = 9$  et 3 Hz : 1H) ; 7,68 (dd,  $J = 5,5$  et 1 Hz : 1H) ; 7,94 (mt : 1H) ; 7,96 (d,  $J = 9$  Hz : 1H) ; 8,70 (d,  $J = 1,5$  Hz : 1H) ; 10,15 (mf : 1H).

#### Séréoisomère VI

- Une solution de 0,36 g du 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-(thiénylthio)-éthyl)]-pipéridine-3-acétate de méthyle (stéréoisomère VI) dans 10 cm<sup>3</sup> de dioxanne et 1,7 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de 60°C pendant 2 heures. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 10 cm<sup>3</sup> d'eau, acidifié par une solution aqueuse d'acide acétique afin d'obtenir un pH égal à 6. La suspension est reprise par 2 fois 10 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane puis la phase organique est décantée, séchée sur du sulfate de magnésium, filtrée, concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le produit obtenu est alors agité dans 20 cm<sup>3</sup> d'acétone et l'on verse une solution d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxane. Le précipité formé est concentré sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu obtenu est ensuite repris par de l'acétone plusieurs fois en évaporant selon les conditions précédemment décrites, à chaque étape puis séché à l'étuve sous une pression réduite (10 Pa) à une température voisine de 20°C pendant 48 heures. On obtient 0,325 g de dichlorhydrate de l'acide 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique (stéréoisomère VI) sous la forme d'un solide blanc. ( $\alpha_D^{20} = +29,8^\circ \pm 0,8$  dans le méthanol à 0,5 %).
- Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>,  $\delta$  en ppm) : de 1,30 à 2,20 (mt : 9H) ; 2,46 (mt : 1H) ; de 2,70 à 2,95 (mt : 2H) ; de 3,10 à 3,30 (mt : 4H) ; de 3,35 à 3,65 (mt : 2H) ; 3,91 (s : 3H) ; 5,32 (dd, J = 8 et 6 Hz : 1H) ; 7,12 (dd, J = 5,5 et 3,5 Hz : 1H) ; 7,31 (dd, J = 3,5 et 1 Hz : 1H) ; 7,40 (dd, J = 9 et 3 Hz : 1H) ; 7,72 (dd, J = 5,5 et 1 Hz : 1H) ; 7,96 (d, J = 9 Hz : 1H) ; 7,98 (mt : 1H) ; 8,70 (d, J = 1,5 Hz : 1H) ; 9,93 (mf : 1H).

#### Stéréoisomère VII

- Une solution de 0,39 g du 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-(thiénylthio)-éthyl)]-pipéridine-3-acétate de méthyle (stéréoisomère VII) dans 10 cm<sup>3</sup> de dioxanne et 1,8 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de 60°C pendant 2 heures. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 10 cm<sup>3</sup> d'eau, acidifié par une solution aqueuse d'acide acétique afin d'obtenir un pH égal à 6. La suspension est reprise par 20 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane puis la phase organique est décantée, séchée sur du sulfate



de magnésium, filtrée, concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le produit obtenu est alors agité dans 20 cm<sup>3</sup> d'acétone et l'on verse une solution d'acide chlorhydrique 4N dans le dioxane. Le précipité formé est concentré sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu  
5 obtenu est ensuite repris par de l'acétone plusieurs fois en évaporant selon les conditions précédemment décrites, à chaque étape puis séché à l'étuve sous une pression réduite (10 Pa) à une température voisine de 20°C pendant 48 heures. On obtient 0,4 g de dichlorhydrate de l'acide 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)-éthyl]-pipéridine-3-acétique  
10 (stéréoisomère VII) sous la forme d'un solide blanc. ( $\alpha_D^{20} = -27,1^\circ \pm 0,7$  dans le méthanol à 0,5 %).

Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>,  $\delta$  en ppm) : de 1,30 à 2,20 (mt : 9H) ; 2,45 (mt : 1H) ; de 2,70 à 2,95 (mt : 2H) ; de 3,10 à 3,30 (mt : 4H) ; de 3,35 à 3,70 (mt : 2H) ; 3,91 (s : 3H) ; 5,32 (dd, J = 8 et 6 Hz : 1H) ; 7,10 (dd, J = 5,5 et 3,5 Hz :  
15 1H) ; 7,30 (dd, J = 3,5 et 1 Hz : 1H) ; 7,39 (dd, J = 9 et 3 Hz : 1H) ; 7,71 (dd, J = 5,5 et 1 Hz : 1H) ; 7,95 (d, J = 9 Hz : 1H) ; 7,97 (mt : 1H) ; 8,68 (d, J = 1,5 Hz : 1H) ; 9,96 (mf : 1H).

**Synthèse de stéréoisomères de 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-(thiénylthio)-éthyl)]-pipéridine-3-acétate de méthyle**

20 Un mélange de 11,9 g de dichlorhydrate de 4-[3-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-acétate de méthyle, 4,5 g de 2-(2-bromoéthylthio)thiophène, 3 g d'iodure de potassium, 7,5 g de carbonate de potassium et 5 cm<sup>3</sup> de triéthylamine dans 200 cm<sup>3</sup> d'acétonitrile et 100 cm<sup>3</sup> de diméthylformamide est chauffé sous agitation pendant 16 heures à une température  
25 voisine de 65°C. Le mélange réactionnel est filtré. Le filtrat est concentré à sec sous pression réduite (1 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu d'évaporation est purifié par chromatographie sous pression d'argon de 40 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 40-60  $\mu$ m ; diamètre 8 cm, hauteur 40 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (50/50 en volumes) en recueillant des  
30 fractions de 200 cm<sup>3</sup> après le passage de 3 dm<sup>3</sup> d'un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (50/50 en volumes). Les fractions 20 à 40 sont réunies puis concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C pour obtenir 3,1 g de mélange des stéréoisomères I, II, III, IV, sous forme d'une huile jaune et les fractions 48 à 90 sont réunies puis concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une

température voisine de 40°C pour obtenir 3,8 g de mélange des stéréoisomères V, VI, VII, VIII, sous forme d'une huile jaune

La stéréochimie absolue de chaque stéréoisomère (esters) ci-après appelé I, II, III, IV V, VI, VII, VIII n'est pas connue.

- 5 A partir du mélange de stéréoisomères I,II,III,IV obtenus précédemment, la séparation de chaque stéréoisomère s'effectue par HPLC :

La séparation des 2 couples de stéréoisomères (I+II) et (III+IV), est réalisée sur une phase stationnaire chirale à partir de 2,7 g du mélange I,II,III,IV décrit précédemment dans l'exemple 2, (type de phase : chiracel OD ; granulométrie 20 µm ; diamètre  
10 80 mm ; masse de la phase stationnaire 1,2 kg), sous une pression de 600 kPa, la phase mobile est composée d'un mélange de heptane-propanol-2 (90/10 en volumes) ayant un débit de 160 cm<sup>3</sup> par minute et la longueur d'onde du détecteur UV est fixée à 265 nm. Les fractions contenant la première paire de diastéréoisomères notée (I+II) sont réunies et concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine  
15 de 40°C et l'on en obtient 1,3 g sous forme d'une huile avec un taux de récupération égal à 96%. Les fractions contenant la deuxième paire de diastéréoisomères notée (III+IV) sont réunies et concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C et l'on en obtient 1,03 g sous forme d'une huile avec un taux de récupération égal à 76 %. Ensuite les produits de chaque couple de  
20 stéréoisomères (I-II et III-IV) sont séparés sur une colonne chirapak AD (granulométrie 20 µm ; diamètre 80 mm ; masse de la phase stationnaire 1,2 kg) sous une pression de 800 kPa, la phase mobile est composée d'un mélange de heptane-éthanol (90/10 en volumes) ayant un débit de 200 cm<sup>3</sup> par minute et la longueur d'onde du détecteur UV est fixée à 280 nm. Les fractions contenant chaque  
25 produit sont isolées puis concentrées sous une pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C ; c'est ainsi que l'on obtient 0,632 g du stéréoisomère I, 0,553 g du stéréoisomère II, 0,463 g du stéréoisomère III, 0,46 g du stéréoisomère IV.

Spectre de R.M.N du stéréoisomère I : <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>, δ en ppm) : de 0,85 à 1,55 (mt : 6H) ; de 1,75 à 2,10 (mt : 6H) ; de 2,35 à 2,55 (mt : 2H) ; de 2,55 à 2,80 (mt : 2H) ; 2,87 (t, J = 7 Hz : 2H) ; 3,50 (s : 3H) ; 3,89 (s : 3H) ; 5,33 (t large, J = 7 Hz : 1H) ; 5,82 (s large : 1H) ; 7,04 (dd, J = 5,5 et 3,5 Hz : 1H) ; 7,15 (dd, J = 3,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,38 (dd, J = 9 et 3 Hz : 1H) ; 7,60 (dd, J = 5,5 et 1,5 Hz : 1H) ; de 7,90 à 8,00 (mt : 2H) ; 8,68 (d, J = 2 Hz : 1H).

Condition HPLC : colonne Chiralpack<sup>®</sup>, débit 1 cm<sup>3</sup>/min, condition d'élution

de 0 à 13 min : éthanol-heptane (7/93 en volumes)

de 13 à 28 min ( en gradient) éthanol-heptane (15/93 en volumes)

de 28 à 35 min ( en gradient) éthanol-heptane (7/93 en volumes)

5 Temps de rétention : 24,13 min

Spectre de R.M.N du stéréoisomère II : <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>, δ en ppm) : de 1,00 à 1,55 (mt : 6H) ; de 1,70 à 2,15 (mt : 5H) ; 2,21 (dd, J = 16 et 3 Hz : 1H) ; de 2,30 à 2,60 (mt : 2H) ; 2,67 (mt : 2H) ; 2,89 (t, J = 7 Hz : 2H) ; 3,59 (s : 3H) ; 3,90 (s : 3H) ; 5,34 (mt : 1H) ; 5,83 (d très large, J = 3 Hz : 1H) ; 7,05 (dd, J = 5,5 et 3,5 Hz : 1H) ; 7,17 (dd large, J = 3,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,39 (dd, J = 9 et 3 Hz : 1H) ; 7,61 (dd, J = 5,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,96 (d, J = 9 Hz : 1H) ; 7,99 (mt : 1H) ; 8,69 (s large : 1H).

Condition HPLC : colonne Chiralpack<sup>®</sup>, débit 1 cm<sup>3</sup>/min, condition d'élution  
de 0 à 13 min : éthanol-heptane (7/93 en volumes)

de 13 à 28 min ( en gradient) éthanol-heptane (15/93 en volumes)

15 de 28 à 35 min ( en gradient) éthanol-heptane (7/93 en volumes)

Temps de rétention : 29,04 min

Spectre de R.M.N du stéréoisomère III : <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>, δ en ppm) : de 1,00 à 1,55 (mt : 6H) ; de 1,70 à 2,15 (mt : 5H) ; 2,21 (dd, J = 16 et 3,5 Hz : 1H) ; de 2,30 à 2,60 (mt : 2H) ; 2,67 (mt : 2H) ; 2,88 (t, J = 7 Hz : 2H) ; 3,58 (s : 3H) ; 3,90 (s : 3H) ; 5,33 (mt : 1H) ; 5,82 (s large : 1H) ; 7,04 (dd, J = 5,5 et 3,5 Hz : 1H) ; 7,16 (dd, J = 3,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,38 (dd, J = 9 et 3 Hz : 1H) ; 7,59 (dd, J = 5,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,96 (d, J = 9 Hz : 1H) ; 7,97 (mt : 1H) ; 8,68 (d large, J = 1,5 Hz : 1H).

Condition HPLC : colonne Chiralpack<sup>®</sup>, débit 1 cm<sup>3</sup>/min, condition d'élution  
de 0 à 13 min : éthanol-heptane (7/93 en volumes)

25 de 13 à 28 min (en gradient) éthanol-heptane (15/93 en volumes)

de 28 à 35 min (en gradient) éthanol-heptane (7/93 en volumes)

Temps de rétention : 23 min

Spectre de R.M.N du stéréoisomère IV : <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub>, δ en ppm) : de 0,90 à 1,55 (mt : 6H) ; de 1,75 à 2,10 (mt : 6H) ; de 2,35 à 2,55 (mt : 2H) ; de 2,55 à 2,80 (mt : 2H) ; 2,87 (t, J = 7 Hz : 2H) ; 3,50 (s : 3H) ; 3,90 (s : 3H) ; 5,35 (mt : 1H) ; 5,83 (d, J = 3 Hz : 1H) ; 7,04 (dd, J = 5,5 et 3,5 Hz : 1H) ; 7,15 (dd large, J = 3,5 et 1,5 Hz : 1H) ; 7,38 (dd, J = 9 et 3 Hz : 1H) ; 7,60 (dd large, J = 5,5 et 1,5 Hz : 1H) ; de 7,90 à 8,00 (mt : 2H) ; 8,69 (s large : 1H).

Condition HPLC : colonne Chiralpack<sup>®</sup>, débit 1 cm<sup>3</sup>/min, condition d'élution

de 0 à 13 min : éthanol-heptane (7/93 en volumes)

de 13 à 28 min (en gradient) éthanol-heptane (15/93 en volumes)

de 28 à 35 min (en gradient) éthanol-heptane (7/93 en volumes)

Temps de rétention : 25,38 min

- 5        A partir du mélange de stéréoisomères V,VI,VII,VIII obtenus précédemment, la  
          séparation de chaque stéréoisomère s'effectue par HPLC :

La séparation des 2 couples de stéréoisomères est réalisée sur une phase stationnaire C18 à partir de 3,5 g du mélange V,VI,VII,VIII décrit précédemment, (type de phase : KROMACIL® C18 ; granulométrie 7 µm ; diamètre 4,6 mm ; masse de la phase  
10 stationnaire 1 kg), sous une pression de 5000 kPa, la phase mobile est composée d'un mélange de eau-acétonitrile-méthanol-acide trifluoroacétique (60/15/25/0.05 en volumes) ayant un débit de 140 cm<sup>3</sup> par minute et la longueur d'onde du détecteur UV est fixée à 254 nm. Les fractions contenant la première paire de stéréoisomères notée (V+VIII) sont réunies et concentrés à sec sous pression réduite (2 kPa) à une  
15 température voisine de 40°C et l'on en obtient 1,84 g sous forme d'une huile. Les fractions contenant la deuxième paire de stéréoisomères notée (VI+VII) sont réunies et concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C et l'on en obtient 1,42 g sous forme d'une huile. Ensuite les énantiomères du couple de stéréoisomères (V+VIII) sont séparés sur une colonne CHIRALPAK® AS  
20 (granulométrie 20 µm ; diamètre 80 mm ; masse de la phase stationnaire 1,2 kg) sous une pression de 290 kPa, la phase mobile est composée d'un mélange de isopropanol-heptane-triéthylamine (10/90/0,1 en volumes) ayant un débit de 110 cm<sup>3</sup> par minute et la longueur d'onde du détecteur UV est fixée à 265 nm. Les fractions contenant chaque énantiomère sont isolées puis concentrées sous une pression réduite (2 kPa) à  
25 une température voisine de 40°C ; c'est ainsi que l'on obtient 0,5 g du stéréoisomère V, les énantiomères du couple de stéréoisomères VI + VII sont séparés sur une colonne CHIRALCEL® type OC (granulométrie 10 µm ; diamètre 60 mm ; masse de la phase stationnaire 600 g) sous une pression de 230 kPa, la phase mobile est  
30 composée d'un mélange éthanol-heptane-triéthylamine (10/90/0,1 en volumes) ayant un débit de 90 cm<sup>3</sup> par minute et la longueur d'onde du détecteur UV est fixée à 265 nm. Les fractions contenant chaque énantiomère sont isolées puis concentrées sous une pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 40°C ; c'est ainsi que l'on obtient 0,36 g du stéréoisomère VI, 0,68 g du stéréoisomère VII.

Spectre de R.M.N  $^1\text{H}$  stéréoisomère V : (300 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$  d6,  $\delta$  en ppm) : de 0,80 à 2,00 (mt : 8H) ; 2,08 (dd large,  $J = 16,5$  et 8 Hz : 1H) ; 2,35 (dd,  $J = 16,5$  et 4 Hz : 1H) ; de 2,20 à 3,30 (mt : 8H) ; 3,55 (s : 3H) ; 3,92 (s : 3H) ; 5,33 (mt : 1H) ; 5,88 (d,  $J = 4$  Hz : 1H) ; 7,08 (dd,  $J = 5,5$  et 3,5 Hz : 1H) ; 7,25 (d large,  $J = 3,5$  Hz : 1H) ;  
5 7,42 (dd,  $J = 9$  et 3 Hz : 1H) ; 7,68 (dd,  $J = 5,5$  et 1 Hz : 1H) ; 7,95 (mt : 1H) ; 7,97 (d,  $J = 9$  Hz : 1H) ; 8,69 (d large,  $J = 1,5$  Hz : 1H) ; de 8,90 à 10,00 (mfs : 1H).

Condition HPLC : séparation sur phase Chiralpak AS 20 $\mu\text{m}$ .

Condition d'élution : heptane, éthanol, tréthylamine(85/15/0.1% volume) ; 1ml/min  
UV 254 nm

10 Temps de rétention : 9,37 min

Spectre de R.M.N  $^1\text{H}$  stéréoisomère VI : (300 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$  d6,  $\delta$  en ppm) : de 1,00 à 2,65 (mt : 12H) ; 2,06 (dd,  $J = 15,5$  et 7,5 Hz : 1H) ; 2,40 (dd,  $J = 15,5$  et 4 Hz : 1H) ; de 2,65 à 2,90 (mt : 2H) ; 2,91 (t large,  $J = 7$  Hz : 2H) ; 3,54 (s : 3H) ; 3,90 (s : 3H) ; 5,32 (mt : 1H) ; 5,84 (d,  $J = 4$  Hz : 1H) ; 7,05 (dd,  $J = 5,5$  et 3,5 Hz : 1H) ; 7,16  
15 (dd,  $J = 3,5$  et 1,5 Hz : 1H) ; 7,39 (dd,  $J = 9$  et 3 Hz : 1H) ; 7,61 (dd,  $J = 5,5$  et 1,5 Hz : 1H) ; 7,96 (d,  $J = 9$  Hz : 1H) ; 7,99 (mt : 1H) ; 8,68 (d large,  $J = 1,5$  Hz : 1H).

Condition HPLC : séparation sur phase type Chiracel OC 10  $\mu\text{m}$

Condition d'élution : heptane, éthanol, triéthylamine (90/10/ 0.1 % en volume) ; 1 ml/min ; UV 254 nm

20 Temps de rétention : 17,5 min

Spectre de R.M.N  $^1\text{H}$  stéréoisomère VII : (300 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}$  d6,  $\delta$  en ppm) : de 1,00 à 2,65 (mt : 12H) ; 2,05 (dd,  $J = 15$  et 7,5 Hz : 1H) ; 2,40 (dd,  $J = 15$  et 4 Hz : 1H) ; 2,79 (mt : 2H) ; 2,93 (t large,  $J = 7$  Hz : 2H) ; 3,56 (s : 3H) ; 3,90 (s : 3H) ; 5,31 (mt : 1H) ; 5,84 (d,  $J = 4$  Hz : 1H) ; 7,05 (dd,  $J = 5,5$  et 3,5 Hz : 1H) ; 7,19 (d large,  $J = 3,5$  Hz : 1H) ; 7,40 (dd,  $J = 9$  et 3 Hz : 1H) ; 7,62 (dd,  $J = 5,5$  et 1 Hz : 1H) ; 7,96 (d,  $J = 9$  Hz : 1H) ; 7,99 (mt : 1H) ; 8,68 (d large,  $J = 1,5$  Hz : 1H).

Condition HPLC : séparation sur phase type Chiracel OC 10  $\mu\text{m}$

Condition d'élution : heptane, éthanol, triéthylamine (90/10/ 0.1 % en volume) ;  
1ml/min ;

30 UV 254 nm.

Temps de rétention : 23,76 min

### Exemple 9

**Dichlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxy-quinolin-4-yl)-propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-piperidin-3-yl}-acétique**

Un mélange de 0,97 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxy-quinoline-4-yl)-propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-piperidin-3-yl-  
5 acétate de méthyle dans 30 cm<sup>3</sup> de dioxanne et 4 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse de soude 1N est porté à une température voisine de 50°C sous agitation pendant 18 heures. Après refroidissement aux environs de 20°C, le mélange réactionnel est concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 50°C. Le  
10 résidu d'évaporation est repris par 10 cm<sup>3</sup> d'eau distillée, acidifié avec un volume suffisant d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique 1N pour obtenir un pH voisin de 4. On extrait par 2 fois 15 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane et la phase organique est séchée sur du sulfate de magnésium, filtrée et concentré à sec selon les mêmes conditions précédemment décrites. Le résidu est repris par 5 cm<sup>3</sup> d'acétone et 1 cm<sup>3</sup>  
15 d'une solution d'acide chlorhydrique dans le dioxane puis concentré à sec sous pression réduite (1 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu est de nouveau repris par 5 cm<sup>3</sup> d'acétone et concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. On obtient 0,69 g de dichlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxy-quinolin-4-yl)-propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-  
20 prop-2-ynyl]-piperidin-3-yl-acétique, sous forme d'un solide fondant aux environs de 135°C.

Spectre infra-rouge: (comprimé de KBr) : 3126; 2938; 2541; 2022; 1720; 1628; 1604; 1555; 1498; 1448; 1421; 1308; 1243; 1180; 1141; 1097; 1000; 870 et 780 cm<sup>-1</sup>

**(3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxy-quinolin-4-yl)propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-piperidin-3-yl-acétate de méthyle**

Un mélange de 1,7 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxy-quinoline-4-yl)propyl]-1-(prop-2-ynyl)pipéridine-3-carboxylate de méthyle, 0,077 g de iodure de cuivre, de 1,2 g de 1-bromo-2, 3, 5 trifluorobenzène, 0,23 g de 2 tétrakis(triphénylphosphine) palladium (0) dans 17 cm<sup>3</sup> de triéthylamine est porté à  
30 une température voisine de 80°C sous agitation pendant 8 heures. Après refroidissement aux environs de 20°C, le mélange réactionnel est concentré à sec sous pression réduite (2 kPa) à une température voisine de 50°C. Le résidu d'évaporation est repris par 20 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle, lavé avec 3 fois 15 cm<sup>3</sup> d'eau distillée, séché

sur du sulfate de magnésium, filtré et concentré à sec selon les mêmes conditions précédemment décrites. Le résidu est purifié par chromatographie sous pression d'argon de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 40-60  $\mu\text{m}$  ; diamètre 3 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (80/20 en volumes) et en recueillant des fractions de 15  $\text{cm}^3$ . Les fractions 48 à 78 sont réunies puis concentré à sec selon les conditions décrites précédemment. On obtient 0,97 g de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxy-quinolin-4-yl)-propyl]-1-[3-(2,3,5-trifluoro-phényl)-prop-2-ynyl]-piperidin-3-yl}-acétate de méthyle sous forme d'une huile.

10 Spectre infra-rouge ( $\text{CCl}_4$ ) : 3618; 3089; 2935; 2804; 2766; 2223; 1737; 1623; 1508; 1496; 1232; 1166; 1132; 1075; 999; 861 et 834  $\text{cm}^{-1}$

### Exemple 10

**Dichlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-carboxylique**

Une solution de 630 mg de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-carboxylate de méthyle, 6  $\text{cm}^3$  de dioxane et 3  $\text{cm}^3$  d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N, est chauffée sous agitation à une température voisine de 60°C pendant 2 heures. 3  $\text{cm}^3$  d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium 1N sont ajouté et la solution est chauffée 1 heure à 60°C. Après concentration du mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, le résidu obtenu est repris par 20  $\text{cm}^3$  d'eau et 20  $\text{cm}^3$  d'éther diéthylique. La phase aqueuse est décantée puis acidifiée par une coulée de 6  $\text{cm}^3$  d'acide chlorhydrique 1N. Le précipité blanc formé est extrait par 150  $\text{cm}^3$  d'acétate d'éthyle. La phase organique est lavée par 2 fois 10  $\text{cm}^3$  d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium et séchée sur sulfate de magnésium, filtrée, puis concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. On obtient 499 mg d'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-carboxylique, sous forme d'un solide de verseur blanche.

Spectre de R.M.N.  $^1\text{H}$  (300 MHz,  $(\text{CD}_3)_2\text{SO}-d_6$  avec,  $\delta$  en ppm). Nous observons un mélange de stéréoisomères dans les proportions 50/50.

\* de 0,90 à 2,25 (mt : 10H) ; de 2,45 à 2,65 (mt : 2H) ; de 2,70 à 3,05 (mt : 4H) ; 3,92 (s : 3H) ; 5,31 (mt : 1H) ; de 5,50 à 6,20 (mf étalé : 1H) ; 7,04 (mt : 1H) ; 7,18 (mt : 1H) ; 7,38 (mt : 1H) ; 7,59 (mt : 1H) ; de 7,90 à 8,05 (mt : 2H) ; 8,67 (mt : 1H) ; de 11,50 à 13,50 (mf très étalé).

5 **(3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-carboxylate de méthyle**

A une solution composée de 1,17 g de dichlorhydrate de (3RS, 4RS) -4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-carboxylate de méthyle dans 20 cm<sup>3</sup> d'acétonitrile et 10 cm<sup>3</sup> de DMF, on ajoute 0,74 cm<sup>3</sup> de triéthylamine puis 638 mg de 2-(2-bromoéthylthio)thiophène dans 10cm<sup>3</sup> d'acétonitrile, 1 g de carbonate de potassium, 431 mg d'iodure de potassium. Le mélange est agitée pendant 15 heures à une température voisine de 65°C sous atmosphère inerte. Après refroidissement à environ 20°C, le mélange réactionnel est filtré sur verre fritté. Le filtrat est repris par 100cm<sup>3</sup> d'acétonitrile et concentré sous pression réduite (5 kPa). Le résidu est repris par 200 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle et 100 cm<sup>3</sup> d'eau. La phase organique est décantée, lavée par 2 fois 75 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée, concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu obtenu est purifié par chromatographie, sous une pression d'azote de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45 µ ; diamètre 2 cm; hauteur 40 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (25/75 en volumes) et en recueillant des fractions de 50 cm<sup>3</sup>. On concentre les fractions 6 à 8. On obtient 630 mg de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-carboxylate de méthyle, sous forme d'une huile incolore.

Spectre infra-rouge (CCl<sub>4</sub>) : 3616 ; 2950 ; 2811 ; 2770 ; 1739 ; 1623 ; 1508 ; 1497 ; 1354 ; 1232 ; 1158 ; 1133 ; 1034 ; 907 ; 834 et 700 cm<sup>-1</sup>

**Dichlorhydrate de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-carboxylate de méthyle**

30 Une solution de 1,26 g d'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-carboxylique dans 50 cm<sup>3</sup> de méthanol est refroidie à une température voisine de -25°C, sous agitation et sous atmosphère inerte. A cette solution est ajoutée en 25 minutes 1,6 cm<sup>3</sup>



de chlorure de thionyle. Le mélange est ramené à une température voisine de 20°C, tandis que l'agitation est poursuivie pendant encore 48 heures. On concentre le mélange réactionnel sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C, reprend par 100 cm<sup>3</sup> de toluène et concentre à nouveau le mélange sous pression  
5 réduite (5 kPa). Le résidu est repris par 50 cm<sup>3</sup> d'oxyde de diisopropyle, trituré et concentré à sec sous pression réduite (5 kPa). On obtient 1,17 g de dichlorhydrate de (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-pipéridine-3-carboxylate de méthyle, sous forme d'une poudre jaune.

Spectre infra-rouge (comprimé KBr) : 3415; 3129; 2949; 2772; 2473; 2022; 1733;  
10 1622; 1603; 1555; 1496; 1420; 1307; 1242; 1172; 1019; 871 et 795 cm<sup>-1</sup>

**Acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-carboxylique**

Une solution de 1,77g de (3RS,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-3-propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-carboxylate de méthyle, 140 cm<sup>3</sup> de  
15 diméthylsulfoxyde anhydre et 30 cm<sup>3</sup> de tert-butanol anhydre est agitée sous atmosphère inerte exempte d'eau à 20°C. On purge cette solution avec de l'oxygène pur jusqu'à saturation du mélange réactionnel. On ajoute alors une solution contenant 1,75 g de tert-butoxyde de potassium dans 10 cm<sup>3</sup> de tert-butanol anhydre. L'oxygène est de nouveau introduit par barbotage pendant encore 1 heure et 10 minutes sous  
20 forte agitation. La solution obtenue est purgée à l'azote puis refroidie à 0°C. On ajoute ensuite 1 cm<sup>3</sup> d'acide acétique pur dans 100 cm<sup>3</sup> d'eau puis 100 cm<sup>3</sup> d'eau et 500 cm<sup>3</sup> d'éther. La phase organique est décantée, lavée par 7 fois 100 cm<sup>3</sup> d'eau et par 3 fois 100 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium. La phase aqueuse est extraite par 400 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle, lavée par 7 fois 75 cm<sup>3</sup> d'eau et  
25 3 fois 75 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium. Les 2 phases organiques sont réunies, séchées sur du sulfate de magnésium, filtrées et concentrées à sec sous pression réduite (5kPa) à une température voisine de 40°C. On obtient 1,26 g d'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-(tert-butyloxycarbonyl)-pipéridine-3-carboxylique sous forme d'une  
30 meringue blanche.

Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (400 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub> avec, à une température de 383 K, δ en ppm). Nous observons un mélange de stéréoisomères.

\* de 0,85 à 2,30 (mt : 16H) ; de 2,60 à 3,25 (mt : 5H) ; 3,88 (mt : 1H) ; 3,94 (s : 3H) ; 4,00 (dd large, J = 14 et 3 Hz : 1H) ; 5,35 (mt : 1H) ; 7,38 (mt : 1H) ; de 7,90 à 8,00 (mt : 2H) ; 8,63 (s large : 1H).

5 **(3RS,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-3-propyl]-1-(tert-butylloxycarbonyl)-pipéridine-3-carboxylate de méthyle**

Une solution de 1,45 g de (3RS,4RS)-1-(tert-butylloxycarbonyl)-4-allyl-pipéridine-3-carboxylate de méthyle dans 20 cm<sup>3</sup> de tétrahydrofurane est ajoutée lentement, à une température voisine de 0°C, sous agitation et sous atmosphère inerte, à 16 cm<sup>3</sup> d'une solution 0,5 M de 9-borabicyclo[3,3,1]nonane dans le tétrahydrofurane. Le mélange  
10 est ensuite ramené à une température voisine de 20°C, tandis que l'agitation est poursuivie pendant encore 4 heures. 1,52 g de 4-iodo-3-fluoro-6-méthoxy quinoléine en solution dans 40 cm<sup>3</sup> de tétrahydrofurane sont ajoutés, puis 100 mg de chlorure de palladium diphenylphosphinoferrocène et enfin 3,18 g de phosphate de potassium tribasique. Le mélange réactionnel est chauffé pendant 15 heures au reflux puis filtré à  
15 chaud sur verre fritté. Le filtrat est repris dans 50 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle et concentré à sec sous pression réduite (5 kPa). Le résidu est repris par 75 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle et 40 cm<sup>3</sup> d'eau. La phase organique est décantée, lavée par 2 fois 40 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée, puis concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. Le résidu  
20 est purifié par chromatographie, sous une pression d'azote de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45 µ ; diamètre 2,5 cm ; hauteur 40 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (75/25 en volumes) et en recueillant des fractions de 50 cm<sup>3</sup>. Les fractions 16 à 22 sont réunies, puis concentrées. On obtient 1,77 g de (3RS,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)-3-propyl]-1-  
25 (tert-butylloxycarbonyl)-pipéridine-3-carboxylate de méthyle sous forme d'une huile incolore.

Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (300 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub> avec, δ en ppm) : de 1,25 à 1,90 (mt : 16H) ; 2,61 (mt : 1H) ; de 2,65 à 3,25 (mt : 4H) ; 3,47 (s large : 3H) ; de 3,60 à 4,05 (mt : 2H) ; 3,96 (s : 3H) ; 7,36 (d, J = 3 Hz : 1H) ; 7,40 (dd, J = 9 et 3 Hz : 1H) ; 7,97  
30 (d, J = 9 Hz : 1H) ; 8,70 (s large : 1H).

**(3RS,4RS)-1-(tert-butylloxycarbonyl)-4-allyl-pipéridine-3-carboxylate de méthyle**

On ajoute 11,34 g d'hydruure de tributylétain à une solution de 10,1 g de 1-(tert-butyloxycarbonyl)-4-allyl-4-(méthoxallyl)-hydroxy-pipéridine-3-carboxylate de méthyle dans 250 cm<sup>3</sup> de toluène sous atmosphère inerte et à une température proche de 20°C. On ajoute ensuite 25 mg d'AIBN et porte le mélange réactionnel au reflux du solvant pendant 1 heure. Le mélange est refroidi à une température proche de 20°C, concentré à sec sous pression réduite (5 kPa). Le résidu est repris par 50 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane puis purifié par chromatographie, sous une pression d'azote de 50 kPa, sur une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45 µ ; diamètre 7 cm ; hauteur 40 cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (75/25 en volumes) et en recueillant des fractions de 200 cm<sup>3</sup>. Les fractions 6 à 8 sont réunies, puis concentrées. On obtient 1,4 g de (3RS,4RS)-1-(tert-butyloxycarbonyl)-4-allyl-pipéridine-3-carboxylate de méthyle sous forme d'une huile incolore.

Spectre de R.M.N. <sup>1</sup>H (400 MHz, (CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO d<sub>6</sub> avec, à une température de 353K, δ en ppm) : de 1,35 à 1,50 (mt : 1H) ; 1,40 (s : 9H) ; de 1,65 à 1,80 (mt : 1H) ; 1,89 (mt : 1H) ; de 1,95 à 2,20 (mt : 2H) ; 2,62 (mt : 1H) ; 2,97 (mt : 1H) ; 3,22 (dd, J = 14 et 4 Hz : 1H) ; 3,60 (s : 3H) ; de 3,65 à 3,80 (mt : 1H) ; 3,91 (dd large, J = 14 et 5 Hz : 1H) ; 5,02 (mt : 2H) ; de 5,65 à 5,85 (mt : 1H).

#### **1-(tert-butyloxycarbonyl)-4-allyl-4-(méthoxallyl)-hydroxy-pipéridine-3-carboxylate de méthyle**

On ajoute, sous atmosphère inerte, 7,57 g de diméthylaminopyridine à une solution de 9,4 g de 1-(tert-butyloxycarbonyl)-4-allyl-4-hydroxy-pipéridine-3-carboxylate de méthyle dans 120 cm<sup>3</sup> d'acétonitrile puis on verse en 20 minutes 5,7 cm<sup>3</sup> de chlorure d'oxalyle. Après 15 heures d'agitation à une température proche de 20°C, on ajoute 1,22 g de diméthylaminopyridine puis 0,92 cm<sup>3</sup> de chlorure d'oxalyle. L'agitation est maintenue pendant 15 heures à la même température. On répète encore une fois ce processus d'addition et continue l'agitation 6 heures. Le mélange réactionnel est repris par 200 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle et 200 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de bicarbonate de sodium. La phase organique est décantée, lavée par 2 fois 100 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium, séchée sur sulfate de magnésium, filtrée sur verre fritté. Le filtrat est agité pendant une heure avec 11 g de silice, filtré sur verre fritté, repris avec 20 g de silice et 300 cm<sup>3</sup> d'acétate d'éthyle, puis concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température voisine de 40°C. On obtient 12,15 g de 1-(tert-butyloxycarbonyl)-4-allyl-4-(méthoxallyl)-hydroxy-pipéridine-3-carboxylate de méthyle sous forme d'une huile beige.

Spectre infra-rouge (CCl<sub>4</sub>):3082; 2980; 2954; 1775; 1748; 1699; 1641; 1424; 1392; 1367; 1245; 1202; 1162; 1142; 993 et 925 cm<sup>-1</sup>

**1-(tert-butyloxycarbonyl)-4-allyl-4-hydroxy-pipéridine-3-carboxylate de méthyle**

On ajoute, sous atmosphère inerte et à une température proche de 20°C, 101,66 g de  
5 1-(*tert*-butyloxycarbonyl)-4-oxo-pipéridine-3-carboxylate de méthyle à 2,156 litres  
d'une solution aqueuse saturée de chlorure d'ammonium et de THF (10/1 en volumes)  
de THF. On ajoute ensuite 34,73 cm<sup>3</sup> de bromure d'allyle puis 77,51 g de zinc en  
maintenant la température inférieure à 30°C. On verse ensuite goutte à goutte une  
solution de 69,47 cm<sup>3</sup> de bromure d'allyle dans 50 cm<sup>3</sup> de THF. Après 3 heures  
10 d'agitation à une température proche de 20°C, la réaction est incomplète. On ajoute à  
nouveau 77,51 g de zinc puis on verse ensuite goutte à goutte 104 cm<sup>3</sup> de bromure  
d'allyle en maintenant la température inférieure à 30°C. L'agitation est maintenue à  
une température proche de 20°C pendant 15 heures. La réaction est incomplète. On  
ajoute à nouveau 35 g de zinc puis on verse ensuite goutte à goutte 55 cm<sup>3</sup> de bromure  
15 d'allyle en maintenant la température inférieure à 30°C. L'agitation est maintenue à  
une température proche de 20°C pendant 4 heures. La réaction est incomplète. On  
ajoute à nouveau 10 g de zinc puis on verse ensuite goutte à goutte 25 cm<sup>3</sup> de bromure  
d'allyle en maintenant la température inférieure à 30°C. L'agitation est maintenue à  
une température proche de 20°C pendant 2 heures. Le mélange réactionnel est repris  
20 par 900 cm<sup>3</sup> d'une solution HCl 1N et 2 litres d'éther éthylique et filtré sur verre fritté.  
Le filtrat est lavé par 3 fois 500 cm<sup>3</sup> d'éther éthylique. La phase organique est lavée par  
une solution aqueuse saturée en chlorure de sodium, séchée sur du sulfate de  
magnésium et concentrée à sec sous pression réduite (5 kPa). On obtient une huile  
jaune qui est purifiée par chromatographie, sous une pression d'azote de 50 kPa, sur  
25 une colonne de gel de silice (granulométrie 20-45 µ ; diamètre 12 cm ; hauteur 60  
cm), en éluant par un mélange de cyclohexane-acétate d'éthyle (80/20 en volumes) et  
en recueillant des fractions de 200 cm<sup>3</sup>. Les fractions 51 à 75 sont réunies, puis  
concentrées. On obtient 63,5 g de 1-(*tert*-butyloxycarbonyl)-4-allyl-4-hydroxy-  
pipéridine-3-carboxylate de méthyle sous forme d'une huile jaune claire.

30 Spectre infra-rouge (CCl<sub>4</sub>) :3513; 3078; 2980; 2954; 1697; 1641; 1423; 1392; 1366;  
1200; 1163; 962 et 919 cm<sup>-1</sup>

**1-(*tert*-Butyloxycarbonyl)-4-oxo-pipéridine-3-carboxylate de méthyle**

A une suspension de 89,93 g de chlorhydrate de 3-méthoxycarbonyl-4-pipéridone (à 98 % de pureté) dans 900 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane, refroidie à une température voisine de 0°C, on ajoute sous agitation 65,27 cm<sup>3</sup> de triéthylamine, puis 91,12 g de di-*tert-butyl* dicarbonate préalablement solubilisés dans 400 cm<sup>3</sup> de dichlorométhane. Le  
5 mélange est agité pendant 12 heures à une température proche de 20°C. Le chlorhydrate de triéthylamine est filtré, puis le filtrat est lavé par 3 fois 500 cm<sup>3</sup> d'eau puis par 2 fois 500 cm<sup>3</sup> d'une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium. La phase organique est filtré sur fritté contenant de la silice fine, séchée sur sulfate de sodium, filtrée puis concentrée sous pression réduite (5 kPa) à une température  
10 voisine de 40°C. On obtient 101,66 g de 1-(*tert*-butyloxycarbonyl)-4-oxo-pipéridine-3-carboxylate de méthyle, sous forme d'une huile jaune claire.

Spectre infra rouge (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) : 2982 ; 2932 ; 2872 ; 1740 ; 1691 ; 1664 ; 1622 ; 1477 ; 1468 ; 1423 ; 1367 ; 1338 ; 1309 ; 1235 ; 1200 ; 1167 ; 1123 ; 1064. cm<sup>-1</sup>

La présente invention concerne également les compositions pharmaceutiques  
15 contenant au moins un dérivé de quinolyl propyl pipéridine selon l'invention, le cas échéant sous forme de sel, à l'état pur ou sous forme d'une association avec un ou plusieurs diluants ou adjuvants compatibles et pharmaceutiquement acceptables.

Les compositions selon l'invention peuvent être utilisées par voie orale, parentérale, topique, rectale ou en aérosols.

20 Comme compositions solides pour administration orale peuvent être utilisés des comprimés, des pilules, des gélules, des poudres ou des granulés. Dans ces compositions, le produit actif selon l'invention est mélangé à un ou plusieurs diluants ou adjuvants inertes, tels que saccharose, lactose ou amidon. Ces compositions peuvent comprendre des substances autres que les diluants, par exemple un lubrifiant  
25 tel que le stéarate de magnésium ou un enrobage destiné à une libération contrôlée.

Comme compositions liquides pour administration orale, on peut utiliser des solutions pharmaceutiquement acceptables, des suspensions, des émulsions, des sirops et des élixirs contenant des diluants inertes tels que l'eau ou l'huile de paraffine. Ces compositions peuvent également comprendre des substances autres que les diluants,  
30 par exemple des produits mouillants, édulcorants ou aromatisants.

Les compositions pour administration parentérale, peuvent être des solutions stériles ou des émulsions. Comme solvant ou véhicule, on peut employer l'eau, le propylèneglycol, un polyéthylèneglycol, des huiles végétales, en particulier l'huile

d'olive, des esters organiques injectables, par exemple l'oléate d'éthyle. Ces compositions peuvent également contenir des adjuvants, en particulier des agents mouillants, isotonisants, émulsifiants, dispersants et stabilisants.

5 La stérilisation peut se faire de plusieurs façons, par exemple à l'aide d'un filtre bactériologique, par irradiation ou par chauffage. Elles peuvent également être préparées sous forme de compositions solides stériles qui peuvent être dissoutes au moment de l'emploi dans de l'eau stérile ou tout autre milieu stérile injectable.

Les compositions pour administration topique peuvent être par exemple des crèmes, des pommades, des lotions ou des aérosols.

10 Les compositions par administration rectale sont les suppositoires ou les capsules rectales, qui contiennent outre le principe actif, des excipients tels que le beurre de cacao, des glycérides semi-synthétiques ou des polyéthylèneglycols.

15 Les compositions peuvent également être des aérosols. Pour l'usage sous forme d'aérosols liquides, les compositions peuvent être des solutions stériles stables ou des compositions solides dissoutes au moment de l'emploi dans de l'eau stérile apyrogène, dans du sérum ou tout autre véhicule pharmaceutiquement acceptable. Pour l'usage sous forme d'aérosols secs destinés à être directement inhalés, le principe actif est finement divisé et associé à un diluant ou véhicule solide hydrosoluble d'une granulométrie de 30 à 80  $\mu\text{m}$ , par exemple le dextrane, le mannitol ou le lactose.

20 En thérapeutique humaine, les nouveaux dérivés de quinolyl propyl pipéridine selon l'invention sont particulièrement utiles dans le traitement des infections d'origine bactérienne. Les doses dépendent de l'effet recherché et de la durée du traitement. Le médecin déterminera la posologie qu'il estime la plus appropriée en fonction du traitement, en fonction de l'âge, du poids, du degré de l'infection et des autres facteurs  
25 propres au sujet à traiter. Généralement, les doses sont comprises entre 750 mg et 3 g de produit actif en 2 ou 3 prises par jour par voie orale ou entre 400 mg et 1,2 g par voie intraveineuse pour un adulte.

L'exemple suivant illustre une composition selon l'invention.

#### EXEMPLE 1

30 On prépare selon la technique habituelle une composition liquide destinée à l'usage parentéral comprenant :

- dichlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(thiën-2-yl)thioéthyl]-pipéridine-3-acétique ..... 125 mg
- glucose qsp 5%
- hydroxyde de sodium qsp pH = 4-4,5
- 5 • eau ppi ..... qsp 50 ml

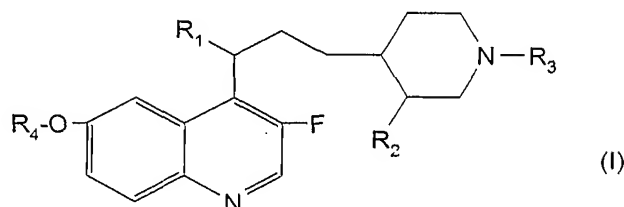
### EXEMPLE 2

On prépare selon la technique habituelle une composition liquide destinée à l'usage parentéral comprenant :

- 10 • dichlorhydrate de l'acide (3RS,4RS)-4-[3-(R,S)-hydroxy-3-(3-fluoro-6-méthoxyquinolin-4-yl)propyl]-1-[2-(2-thiénylthio)éthyl]-pipéridine-3-acétique ..... 125 mg
- glucose qsp 5 %
- hydroxyde de sodium qsp pH = 4-4,5
- 15 • eau ppi ..... qsp 50 ml

REVENDICATIONS

1. Un dérivé de quinolyl propyl pipéridine, caractérisé en ce qu'il répond à la formule générale



5 pour lesquels :

$R_1$  est un atome d'hydrogène ou d'halogène ou un radical hydroxy, amino, alcoylamino, dialcoylamino, hydroxyamino, alcoyloxyamino ou alcoyl alcoyloxy amino,

$R_2$  représente un radical carboxy, carboxyméthyle ou hydroxyméthyle,

10  $R_3$  représente un radical alcoyle (1 à 6 atomes de carbone) substitué par un radical phénylthio pouvant lui même porter 1 à 4 substituants [choisis parmi halogène, hydroxy, alcoyle, alcoyloxy, trifluorométhyle, trifluorométhoxy, carboxy, alcoyloxycarbonyle, cyano ou amino], par un radical cycloalcoylthio dont la partie cyclique contient 3 à 7 chaînons, ou par un radical hétérocyclylthio aromatique de  
15 5 à 6 chaînons comprenant 1 à 4 hétéroatomes choisis parmi l'azote, l'oxygène ou le soufre et éventuellement lui même substitué [par halogène, hydroxy, alcoyle, alcoyloxy, trifluorométhyle, trifluorométhoxy, oxo, carboxy, alcoyloxycarbonyle, cyano ou amino] ou  $R_3$  représente un radical propargyle substitué par un radical phényle pouvant lui même porter 1 à 4 substituants [choisis parmi halogène,  
20 hydroxy, alcoyle, alcoyloxy, trifluorométhyle, trifluorométhoxy, carboxy, alcoyloxycarbonyle, cyano ou amino], ou substitué par un radical cycloalcoyle contenant 3 à 7 chaînons ou substitué par un radical hétérocyclyle aromatique de 5 à 6 chaînons comprenant 1 à 4 hétéroatomes choisis parmi l'azote, l'oxygène ou le soufre et éventuellement lui-même substitué [par halogène, hydroxy, alcoyle,  
25 alcoyloxy, trifluorométhyle, trifluorométhoxy, oxo, carboxy, alcoyloxycarbonyle, cyano ou amino], et

$R_4$  représente un radical alcoyle (contenant 1 à 6 atomes de carbone), alcényl- $\text{CH}_2$ - ou alcynyl- $\text{CH}_2$ - (dont les parties alcényle ou alcynyle contiennent 2 à 6 atomes de

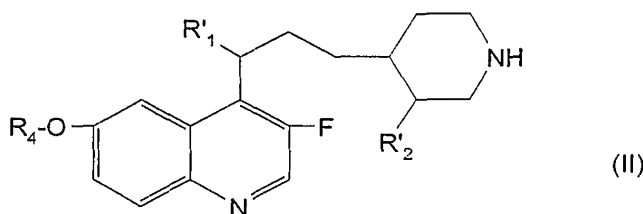


carbone), cycloalcoyle ou cycloalcoyl alcoyle (dont la partie cycloalcoyle contient 3 à 8 atomes de carbone)

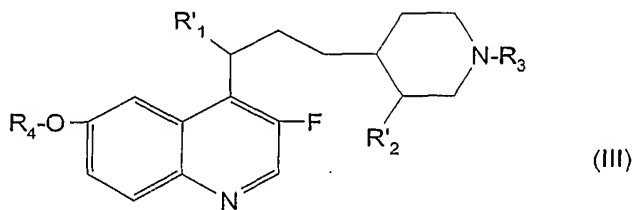
étant entendu que les radicaux et portions alcoyle sont en chaîne droite ou ramifiée et contiennent (sauf mention spéciale) 1 à 4 atomes de carbone

5 sous ses formes diastéréoisomères ou leurs mélanges et/ou sous ses formes cis ou trans, ainsi que ses sels.

2. Un procédé de préparation de dérivé de quinolyl propyl pipéridine selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on condense la chaîne  $R_3$  définie dans la revendication 1, sur le dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale :



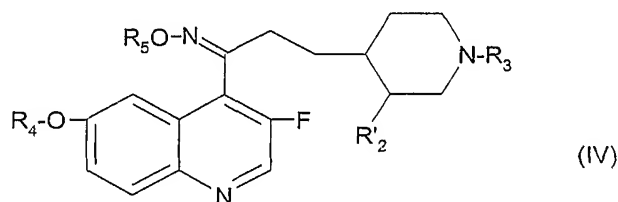
dans laquelle  $R_4$  est défini comme dans la revendication 1,  $R'_1$  représente un atome d'hydrogène ou un radical hydroxy et  $R'_2$  représente un radical carboxy ou carboxyméthyle protégé, pour obtenir un dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale :



pour lequel  $R'_1$ ,  $R'_2$  et  $R_4$  sont définis comme ci-dessus et  $R_3$  est défini comme dans la revendication 1,

puis, le cas échéant, met en oeuvre l'halogénéation du dérivé pour lequel  $R'_1$  est un radical hydroxy, pour obtenir un dérivé de quinolyl propyl pipéridine pour lequel  $R_1$  est un atome d'halogène,

ou bien, transforme le radical hydroxy en un radical oxo, puis en un radical hydroxyimino ou alcoyloxyimino, selon les méthodes connues, pour obtenir un dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale :



- 5 pour lequel R'<sub>2</sub> est défini comme ci-dessus, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> sont définis comme dans la revendication 1, et R<sub>5</sub> est un atome d'hydrogène ou un radical alcoyle, et réduit le dérivé de formule générale (IV) pour lequel R<sub>5</sub> est un atome d'hydrogène en amine, et éventuellement transforme en une amine monoalcoylée ou dialcoylée, ou  
 10 éventuellement de la réduit le dérivé de formule générale (IV) pour lequel R<sub>5</sub> est un atome d'hydrogène en hydroxylamine, ou le dérivé de formule générale (IV) pour lequel R<sub>5</sub> est un radical alcoyle en alcoyloxyamine, puis, le cas échéant, pour obtenir le dérivé pour lequel R<sub>1</sub> est alcoyl alcoyloxy amino, transforme le dérivé obtenu pour lequel R<sub>1</sub> est alcoyloxyamino, par alcoylation,

15 et/ou le cas échéant réduit le radical carboxy protégé R'<sub>2</sub> en un radical hydroxyméthyle selon les méthodes connues,

puis éventuellement sépare les diastéréoisomères, sépare les formes cis et trans, élimine le cas échéant le radical protecteur d'acide, et/ou transforme le produit obtenu en un sel.

- 20 3. Un procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la condensation de la chaîne R<sub>3</sub> sur la pipéridine s'effectue par action d'un dérivé de formule générale :

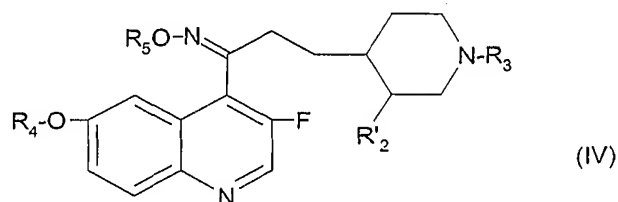


dans laquelle R<sub>3</sub> est défini comme dans la revendication 1 et X représente un atome d'halogène, un radical méthylsulfonyloxy, un radical trifluorométhylsulfonyloxy ou p.toluènesulfonyloxy.

- 25 4. Un procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que lorsque R<sub>3</sub> représente propargyle substitué par phényle, cycloalcoyle ou hétérocyclyle, la réaction s'effectue de préférence par condensation d'un halogénure de propargyle,

puis substitution de la chaîne par un radical phényle, cycloalcoyle ou hétérocyclyle.

5. Un dérivé de quinolyl propyl pipéridine de formule générale :



- 5      dans laquelle  $R'_2$  est défini comme dans la revendication 2,  $R_3$  et  $R_4$  sont définis  
comme dans la revendication 1, et  $R_5$  est un atome d'hydrogène ou un radical  
alcoyle.
6. Composition pharmaceutique caractérisée en ce qu'elle contient au moins un dé-  
rivé selon la revendication 1, à l'état pur ou en association avec un ou plusieurs  
10      diluants ou adjuvants compatibles et pharmaceutiquement acceptables.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern al Application No

PCT/FR 02/00851

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C07D401/06 C07D417/14 C07D401/14 C07D409/14 A61K31/47  
 //(C07D401/06,215:00,211:00),(C07D417/14,277:00,215:00,211:00),  
 (C07D401/14,215:00,213:00,211:00)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C07D A61K A61P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, BIOSIS

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 00 43383 A (DAVIES DAVID THOMAS ;HENRY CAROLINE JOAN (GB); PEARSON NEIL DAVID) 27 July 2000 (2000-07-27) cited in the application the whole document	1-6
Y	WO 99 37635 A (COATES WILLIAM JOHN ;MASTERS PHILIP JOHN (GB); WARRACK JULIE DOROT) 29 July 1999 (1999-07-29) cited in the application the whole document	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2002

Date of mailing of the international search report

25/07/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Frelon, D

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 02/00851

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0043383	A	27-07-2000	AU 2437900 A	07-08-2000
			WO 0043383 A1	27-07-2000
			EP 1144404 A1	17-10-2001
WO 9937635	A	29-07-1999	AU 2717899 A	09-08-1999
			CA 2318842 A1	29-07-1999
			WO 9937635 A1	29-07-1999
			EP 1051413 A1	15-11-2000
			JP 2002501061 T	15-01-2002
			ZA 9900520 A	25-07-2000

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem	Internationale No
PCT/FR 02/00851	

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> CIB 7 C07D401/06 C07D417/14 C07D401/14 C07D409/14 A61K31/47 //(C07D401/06,215:00,211:00),(C07D417/14,277:00,215:00,211:00), (C07D401/14,215:00,213:00,211:00)		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 C07D A61K A61P		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, BIOSIS		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 00 43383 A (DAVIES DAVID THOMAS ;HENRY CAROLINE JOAN (GB); PEARSON NEIL DAVID) 27 juillet 2000 (2000-07-27) cité dans la demande le document en entier ---	1-6
Y	WO 99 37635 A (COATES WILLIAM JOHN ;MASTERS PHILIP JOHN (GB); WARRACK JULIE DOROT) 29 juillet 1999 (1999-07-29) cité dans la demande le document en entier -----	1-6
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe         </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="width: 50%;"> <p>° Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">16 juillet 2002</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">25/07/2002</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Frelon, D</div>

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demi: nternationale No

PCT/FR 02/00851

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0043383 A	27-07-2000	AU 2437900 A	07-08-2000
		WO 0043383 A1	27-07-2000
		EP 1144404 A1	17-10-2001
WO 9937635 A	29-07-1999	AU 2717899 A	09-08-1999
		CA 2318842 A1	29-07-1999
		WO 9937635 A1	29-07-1999
		EP 1051413 A1	15-11-2000
		JP 2002501061 T	15-01-2002
		ZA 9900520 A	25-07-2000